

Bölcészdoktori értekezés

A PSZICHIKUS JELENSÉGEK MODELLEZÉSE

ÉS AZ OKTATÁS HATÉKONYSÁGA

Szőllősy Vágó László

Szeged, 1979.

TARTALOM:

I.	Bevezetés	5.
II.	A pszichikus jelenségek modellezésének elvi kérdései	21.
III.	A modelltipusok jellemzése	56.
IV.	A modell helye az oktatási folyamatban	82.
V.	Oktatáslélektani kísérlet modellek alkalmazásával	113.
VI.	Összefoglalás	130.
VII.	Mellékletek	135.

I. BEVEZETÉS

A nevelés történetének egyetlen korszakában sem éleződtek úgy ki az oktatás és nevelés alapvető kérdései: mit tanítsunk és hogyan tanítsuk azt, mint napjainkban. Az oktatási-nevelési rendszerekben óriási belső feszültség jött létre - a régi és az új, a tradíciók és a modern (pedagógiai és pszichológiai) eszmék összeütközése rázza meg egész - sok tekintetben elavult - szerkezetét.

Ugyanígy szemmel látható az ellentmondás az oktatással szemben támasztott társadalmi igények növekedése és a tanulók pszichofizikai lehetőségeinek korlátozottsága között - a társadalom által igényelt és szükségesnek vélt ismeretanyag átadása, befogadása és megtartása tekintetében.

Az ismeretek felhalmozódása nehezen megválaszolható dilemmát teremtett: milyen úton-módon átadni a tanulóknak a megnövekedett ismeretanyagot, és vajon ők, a tanulók - tekintetbe véve pszichofizikai adottságaikat - mennyiben képesek azt befogadni, megtartani, asszimilálni és a gyakorlatban hasznosítani. Hiszen az oktatás és nevelés intézményessé válása óta a neveléspolitikai, a neveléstudomány és úgyszólván minden, e területet érintő tudomány alapvető kérdése: mit tanítani? A társadalom érdeklődése is elsősorban az oktatás tartalmára irányul és csak

másodsorban vetődik fel a hogyan kérdése.

Minden kor és társadalmi rendszer rendkívüli figyelmet szentelt az oktatási anyag pontos meghatározásának. Ebből következően "... az oktatás - társadalmi tekintetben - mindig visszatükrözi a fejlődő társadalmi termelés, a kultúra, a tudomány, a technika helyzetét."¹⁾

Más megszövegezésben: az oktatás tartalmának (hogy az iskola a társadalom által vele szemben támasztott igényeknek folyamatosan meg tudjon felelni) állandóan követnie kell a termelés, a társadalom, a tudomány és a technika fejlődését.

Itt jegyezzük meg, hogy a tudomány mint társadalmi tudatforma közvetlen levezetése az anyagi viszonyokból, a lét és tudat viszonyának megengedhetetlen leegyszerűsítése volna: a társadalmi tudatot - bármennyire függ is a társadalmi léttől - viszonylagos önállóság is jellemzi. A tudomány például csak akkor jön létre, amikor a tapasztalatok és az empirikus ismeretek egyszerű felhalmozódása már nem elegendő a társadalmi termelés fejlesztésére. Emellett az anyagi viszonyokban végbemenő változások sem idéznek elő automatikusan azonnali változásokat a társadalmi tudatban: az új és a régi képzetek közötti (gyakran hosszantartó) harc teremti csak meg a megváltozott társadalmi lét szükségleteinek megfelelő új képzetek győzelmét.

Az új tudományos képzetek (új ismeretek) beépítése az oktatásba egy újabb áttétel eredménye. Amíg az anyagi fejlődés tempója lassú, a társadalmi tudatformák változása ezt a fejlődést (az említett fenntartásokkal) követni tudja; van idő az új képzetek beépítésére az oktatás tartalmába. Az évszázadokon át lassú ütemű fejlődés lehetőséget nyújtott a tanulmányi anyag ugyanilyen tempójú bővítésére. A múlt századig az iskola által nyújtott tudás valóban egy életre szólt, hiszen a társadalmi fejlődés, a termelési technológiák változásai nem igényelték a későbbi (esetleg többszöri) kiegészítő és átképzést.

Korunk paradoxonja, hogy a tudomány és a technika fejlődése olyan mértékben felgyorsult (a tudományos ismeretanyag emberöltőnként többször, egyes tudományágak területén néhány évenként megduplázódik), amivel az ember fejlődése nem tud lépést tartani. Tovább bonyolítja a helyzetet, hogy a fejlődés eredményei a nevelésben új tartalomként - mint arról előbb már szó volt - csak hosszabb-rövidebb késéssel jelenhetnek meg.

Egyik paradoxon a másikat szüli: nem lehet (vagy legalább is nehéz) egyensúlyba hozni a társadalom által "kifizetődőnek" talált tanulmányi időtartamot a tanulók számára szükséges (szükségesnek vélt) ismeretanyag terjedelmével. Nehezen feloldható dilemma előtt állunk: tovább nyújtani-e a tanulmányi időt (mely már így is az emberöltő közel egy harmadát foglalja el) - és meddig,

vagy csökkenteni az elsajátítandó ismeretanyag mennyiségét. Bármelyik úton próbálunk is elindulni - úgy tűnik - zsákutcába jutunk. A probléma ugyanis kettős ellentmondás tényét hordozza magában:

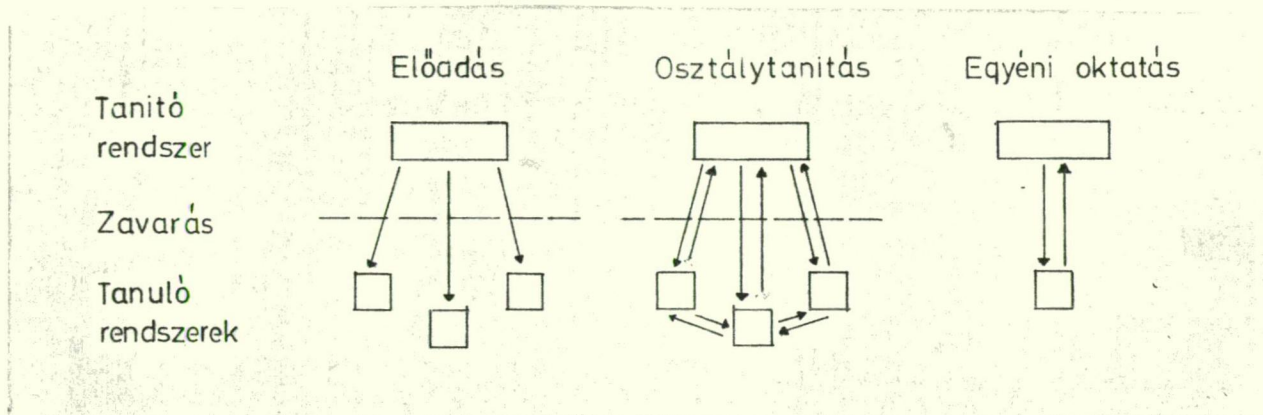
- Az iskola által nyújtott, az iskolában elsajátított tudás ma már korántsem elég egy életre; gyakran - bizonyos tudományterületeken szinte törvényszerűen - már a tanulmányok befejeztekor elavult;

- Az oktatási anyag bővülése, mely a tudományos fejlődés felgyorsulásából ered, olyan igényeket támaszt, melynek a tanulmányi idő és a tanulók pszichofizikai lehetőségei eleve gátat szabnak. Más szóval: a jelenlegi módon vagy kevesebb ismeretet tudunk a tanulókkal elsajátíttatni (ha az ismeretek mélyére kívánunk hatolni), vagy meg kell elégednünk sekélyebb tudással (amennyiben széles tájékozottságra törekszünk).

Az információpszichológia nyelvére fordítva: vagy sok ismertetőjeggyel rendelkező, de kisszámú információt, vagy pedig kevés ismertetőjegyet tartalmazó nagy információmennyiséget tudunk csak átadni. Az igény - nyilvánvalóan - az, hogy minél nagyobb számú és minél több ismertetőjeggyel rendelkező információ felvételét tegyük (minél rövidebb idő alatt) lehetővé.

Minthogy az oktatás a vezérlés-szabályozás sajátos formájának tekinthető, a kibernetika pedagógiai alkalmazása elkerülhetetlen. Ilyen irányú felhasználása

annál inkább indokolt, mivel lehetőséget nyújt a tanítási folyamat, mint az információk felvételéből, feldolgozásából (alkalmazásából) és továbbításából álló rendszer modelljének elkészítésére. Éppen ezért, a probléma sikeresebb megközelítése érdekében induljunk ki a tanítás-tanulás kibernetikai modelljéből: (1. sz. ábra)

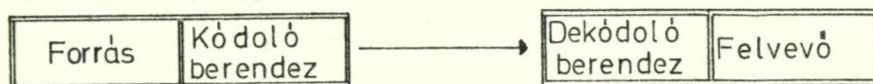


Könnyen megállapítható: az előadás közvetlen visszacsatolás nélküli vezérlés, az osztálytanításnál a visszacsatolás szórványos, a tanítás hatékonysága egyenlőtlen (a tanulók felvevőképessége különböző), a zavaró hatások alig vagy egyáltalán nem szűrhetők ki. A tanulórendszerhez érzékenyen alkalmazkodó tanítórendszer a hagyományos oktatás feltételei között csak az egyéni tanításban valósítható meg.

Ha elfogadjuk King megállapítását, mely szerint az oktatás "... ismerethalmozás az emlékezetben és a kombináló képesség fejlesztése..."²⁾ - az oktatási folyamatot információátvitelként vizsgálhatjuk. Az információelmélet pedig már eljutott az információátvitel sémájának

feltárásáig, megállapította legfontosabb törvényszerűségeit is.

Kiderült például, hogy az információátvitel anyagi jelzések segítségével történik: elektromágneses hullámok, mechanikai, hő, stb. energiaátvitel útján. Ugyanaz az információ különböző jelzésekkel is átvihető: a tárgyról visszaverődő elektromágneses hullámok útján - látható formában, de történhet szavak segítségével is: hang vagy betűk útján. Az információ átviteléhez használt jelrendszert kódnak nevezzük, a jelrendszerbe helyezés pedig kódolásnak. Az információátvitel sémáját a 2. sz. ábra szemlélteti.³⁾



A közlés tartalmára nézve általában közömbös, hogyan kódolták, de nem így annak számára, aki átveszi az információt! Nem tudjuk felfogni azt az információt, amelynek kódját nem ismerjük: aki nem olvas kottát, az csak a hang útján közölt dallamot tudja venni. Hasonló a helyzet a számunkra ismeretlen nyelven közölt bármely - akár a legegyszerűbb - információval is. De még az anyanyelvünkön közölt információt sem tudjuk felfogni, ha megfogalmazása értelmetlen számunkra, ha nem ismerjük azokat a je-

lenségeket, melyeket a szavak jelentenek.

Az információátvitel eredményességét a közvetítő csatorna kapacitása is befolyásolja. Maga a közvetítő csatorna az a közeg, melyen keresztül az információk az irányító rendszerről (adó) az irányított rendszer (vevő) felé és viszont eljutnak. Tekintettel arra, hogy a jelzés anyagi folyamat, bármely közvetítő csatorna meghatározott idő alatt csak bizonyos mennyiségű jelzést tud átengedni - ez az átviteli sebesség a csatornkapacitás.

A közvetítő csatorna kapacitása az információ mennyiségétől és a közlési folyamat idejétől függ:

$$C = \frac{H}{t} \quad 4)$$

(ahol C-vel a közvetítő csatorna kapacitását, H-val a továbbított információ mennyiségét, t-vel pedig a kommunikáció időtartamát jelöltük). A képlet alkalmazásával állapíthatjuk meg a tanulók időegységenkénti terhelhetőségét.

A felvett információ mennyisége természetesen csak ideális esetben egyenlő a kibocsátott információ mennyiségével. Reális körülmények között a közölt információk egy része eltorzul, illetve elvész. A fenti képlet tehát kiegészítésre szorul: a továbbítás megbízhatóságának megállapítására a

$$T_{xy} = H_x - H_y \quad 5)$$

képletet alkalmazzuk (ahol T_{xy} a továbbított információ

mennyiségét, H_x a csatornába belépő információ mennyiségét jelenti, H_y pedig az információnak azt a részét, mely a továbbítás során elveszett).

Ezek után állapítsuk meg az információátadás gyorsaságát (R), mely a meghatározott időegység alatt közölt információ mennyisége és az idő hányadosával azonos:

6)

$$R = \frac{T_{xy}}{t}$$

Az elmondottakból nyilvánvaló, hogy a közvetítő csatorna kapacitása csak rendkívül megbízható továbbítás esetén van maximálisan kihasználva, vagyis ha: $H_x = 0$, minden más esetben: $C > R$.

Annak ellenére, hogy az oktatás kibernetikai modelljéből indultunk ki, az analógia csak funkcionális; az automata és az ember tevékenységi sémájának hasonlóságából nem szabad azt a következtetést levonnunk, hogy az ember agyában az információk feldolgozásakor ugyanolyan, még kevésbé hogy ugyanazok a folyamatok zajlanak le, mint az automata elektronikus szerkezetben, vagy hogy a folyamatot szabályozó törvényszerűségek azonosak az automatánál és az embernél! Az oktatási folyamat egyik alapvető sajátossága ugyanis - még ha vezérlési folyamatként szemléljük is - az, hogy az objektum (az irányított rendszer: a tanuló) egyúttal szubjektum is, akinek önaktivitása van, aki önirányításra képes, más szóval: célokat tud kitűzni és önmaga által összeállított programokat képes megvalósítani.

Az említettek fenntartásával térjünk most vissza az oktatási folyamat kibernetikai elemzéséhez. A tananyag magyarázatát Itelszon információátviteli folyamatként írja le:

"Az adó itt a pedagógus, a vevő pedig a tanuló. A pedagógus a tanterveknek és a tanuló ismeretei színvonalának megfelelően kiválaszt bizonyos ismereteket, melyek fogalmakban és ítéletekben vannak rögzítve. Kiválasztja az ismeretek közlésének megfelelő kódjait, vagyis a szavakat és a kifejezéseket, a szemléltetőeszközöket és cselekvéseket, összeválogatja a megfelelő jelkombinációkat és megvalósítja átadásukat (beszél, mutogat, cselekszik). Az információ, amíg a tanulók tudatába jut, néhányszor átkódolódik: a tanár elképzeléseiből és fogalmaiból beszédébe és cselekvéseibe; beszédéből és cselekvéseiből a tanulók érzékeléseibe és idegfolyamataiba; ezekből a folyamatokból a tanulók képzeletébe és fogalmaiba jut. Az átadott és átvett információk gyorsasága és terjedelme függ azoknak a közvetítő csatornáknak a kapacitásától, amelyeken áthalad (a tanár és a tanulók fizikailag lehetséges cselekvéseinek mennyisége; az az információmennyiség, amelyet a tanulók egy időegység alatt képesek felfogni, stb).⁷⁾

Ha az adó vagy a vevő nem tökéletes (a tanár magyarázata nem szabatos, azt a tanulók nem tudják megérteni), ha rossz az átkódolás (nem pontos szavakkal fejti ki mondanivalóját, vagy azt a tanulók nem helyesen értelmezik),

illetve ha az információ átadásában vagy átvételében zavarok keletkeznek (valami elvonja a tanulók figyelmét) - az információk egy része eltorzul vagy elvész.

Visszatérve a dolgozat elején felvetett gyakorlati problémához, az igény a következőképpen fogalmazható meg:

- a) növelni a közölt információk mennyiségét;
- b) szem előtt tartva az ismeretanyag alkalmazhatóságát ("konvertibilitását");
- c) csökkenteni az információközlés időigényét;
- d) kihasználni a közvetítő csatorna minél teljesebb kapacitását.

A megoldás lehetőségét a racionalizálásban lehet keresni. Ebben a vonatkozásban a racionalizálás kiterjed a nevelés, oktatás, tanulás egészére, acélból, hogy a tanulmányi idő, a tanulók - és nevelők - pszichofizikai erőinek, valamint az eszközöknek ésszerűbb kihasználása által a nevelés és oktatás folyamatát hatékonyabbá tegye.

Ilyen értelemben a racionalizálás különösen a következő területeken ígér eredményt:

- tantervek,
- tankönyvek,
- taneszközök,
- oktatási módszerek,

- értékelés,
- az oktatás szervezeti formái,
- a nevelés individualizálása és
- a nevelőképzés területén.

Mi az itt felsoroltak közül kettővel: a taneszközökkel és az oktatási módszerekkel foglalkozunk több-kevesebb részletességgel, a többit csak érinteni tudtuk.

A taneszközök és az oktatási módszerek racionalizálása a közvetítő csatorna kapacitásának az eddiginél teljesebb kihasználását célozza, melyet mint korunk pedagógiai imperativusát így fogalmazhatnánk meg: rövidebb idő alatt többet megtanulni, azzal, hogy a megtanult ismeretek biztosabban rögzítődjönek és bármely pillanatban mozgósíthatók legyenek.

A múltban (és jórészt még a jelenben is) használt módszerek és eszközök nem biztosítják a ma embere számára szükséges minimális tudást. Új eszközök és módszerek kidolgozására és alkalmazására van szükség, melyek segítségével a mai nemzedéket felkészíthetjük, hogy élni, viselkedni, dolgozni, alkotni tudjon - holnap. Hiszen J. Zielinski szavaival élve - "mi mindannyian sokkal ostobábbak vagyunk, mint lennénk, ha megfelelő módon tanítottak volna bennünket."⁸⁾ Az új idők - nyilvánvalóan - új stratégiát követelnek.

Nemcsak arról van itt szó, hogy abszolút értelemben növelni kell az átadott tudás mennyiségét. Az okta-

tás funkciójának alapvető megváltozása azt igényli, hogy a lezárt ismeretek nyújtása, egyes műveletek végzésének elsajátítása helyett az újítások befogadására, a későbbi folyamatos önművelésre kell tanulóinkat alkalmassá tennünk - ilyen értelemben használtuk az új stratégia kifejezést.

Ennek az új pedagógiai-pszichológiai stratégiának a kidolgozása folyamatban van. Ezt bizonyítja a lázas kutatótevékenység, az ezen alapuló, ezt ismertető, napról-napra gazdagodó irodalom, a témának szentelt nemzeti és nemzetközi értekezletek, tanácskozások.

A taneszközökkel és módszerekkel szemben az egyes szerzők a következő igényeket támasztják:

- A tanulói aktivitás maximális serkentése;
- A tárgyak, törvények, folyamatok és jelenségek lényegbe hatoló megértése;
- A tananyag elsajátításához szükséges idő csökkentése;
- Az interiorizáció szintjére való eljutás meggyorsítása;
- Cselekvőképes tudás nyújtása;
- Az értékelés objektívizálása;
- A gazdaságosság biztosítása.

Az új igényeknek megfelelően az eszközök és módszerek csoportosítása is újszerű szemléletmódról tanúskodik: a comeniusi "Artificium generale omnes omnia docendi"

- felfogás helyébe a módszerek sokfélesége és ugyanannak a módszernek sokféle változata lépett. A módszerek gazdag választéka áll a pedagógus rendelkezésére, hogy az oktatás tartalmának, a tanulók fejlettségi szintjének, a pedagógiai szituáció objektív feltételeinek megfelelően válassza meg az egyes didaktikai feladatok megoldására legalkalmasabb eljárásokat. A módszerek tehát rugalmasan változó elemei az oktatásnak, rendszerezésük is szerzőként változik. A modern pedagógiai igényeken alapuló rendszerek egyikét Beszpalko dolgozta ki:⁹⁾

- reprodukтив (szóbeli, szemléltető, gyakorlati),

- kereső és problémásító (gyakorlatok, problémák és feladatok megoldása, visszacsatolás és algoritmizálás alkalmazásával, kutató tevékenység),

- produktiv (a tananyag elemzése, feladatok és problémák megoldása visszacsatolás nélkül, vita és megbeszélés).

Az oktatási eszközök alatt még nemrég is elsősorban olyan (főleg műszaki) eszközöket értettek, melyek a megértést, az ismeretek elsajátítását meggyorsítandó, lehetővé tették a szemléltetést és a kísérletezést. Napjainkban az eszközök fogalma kiszélesedett: a szemléltető eszközök mellé felsorakoztak a szóbeli és képi információkat nyújtó, kérdéseket feltevő és feladatok elvégzését igénylő, az értékeléshez és önértékeléshez segítséget nyújtó tan-

eszközök, melyek a tanítási és a tanulási folyamat továbbbi szabályozásához nyújtanak segítséget (feladatlapok, munkafüzetek, programozott tankönyvek, responderek, oktatógépek, sőt - egyenlőre inkább csak kuriózumként - az elektronikus számítógépek).

Mielőtt a taneszközök egy szűkebb csoportjának, a pszichológiai modelleknek az simertetésére térnénk, hangsúlyozni kell, mennyire téves az a - napjainkban meglehetősen népszerű - felfogás, mely az oktatás korszerűsítésének fogalmát a korszerű oktatóeszközöknek az oktatási folyamatba való beépítésével azonosítja. Szem elől tévesztik ugyanis gyakran, hogy a nevelés komplex folyamat, melyben a racionalizálást is komplex módon, nem pedig egyes elemeiben kell véghezvinni.

Választ kell találni mindenek előtt arra a kérdésre, hogyan illeszthetjük be az egyes információhordozókat a különböző módszerek és szervezeti formák rendszerébe, milyen szerepet szánunk nekik az ismeretszerzés, de kiváltképp az alkalmazás folyamatában. Nem kevésbé fontos arról gondoskodni, nehogy a korszerű eszközök korszerűtlen pedagógiát konzerváljanak, hanem cselekedtetően, feladatok megoldása útján vezessék el a tanulókat az új ismeretekhez. A passzív, nem alkotó jellegű oktatás, mely a tények és igazságok mechanikus elsajátításán alapszik, mely nem áll szoros kapcsolatban a társadalmi gyakorlattal - társadalmi léttel, melyet nem hat át az eszmei és osztály-hovatartozás tudata, csakhamar gyökértelenné válik, a társadalomtól elidegenült tevékenységgé korcsosodik.

Az egyes részterületeken végzett kutatások eredményei csak úgy vihetik előre az oktatás és nevelés racionalizálásának ügyét, ha nem célként, hanem eszközként kezeljük őket. Nem lehet ugyanis vitás, hogy a nevelés alapvető tényezője - függetlenül az oktatástechnológia fejlődésének tempójától és irányától - ma is és a jövőben is, az ember, akit nevelünk és az ember, aki nevel.

Az új technológiai eszközök tervezésének és bevezetésének kulcsproblémája a tantervkutatások, mint ahogy az új termelési technológia bevezetését is új termelési programok kimunkálása előzi meg. A hasonlat azonban nem minden tekintetben megfelelő: az új termelési technológiától a termelési költségek csökkenését, a termelékenység növekedését, munkaerő-megtakarítást, stb. várunk. Az új oktatási technológiától ezzel szemben nem várhatjuk sem az oktatás, költségeinek, sem a pedagógusok számának csökkenését. Ellenkezőleg: a költségek is, az oktatásban dolgozók száma is - szinte törvényszerűen - emelkedni fog. És még ezen az áron sem érhetők el máról-holnapra látványos eredmények: ez többtényezős probléma - egy tényező esetleges kudarca az egész akció kudarcát jelentheti. És milyen tényezők! - Mennyivel egyszerűbb - a tudomány mai állása mellett - rakétát küldeni a Holdra! - Ismerjük a Föld, a Hold pályáját, kiszámíthatjuk a rakéta útját is, hiszen ismerjük a rá ható erőket. Az oktatásban viszont alig van szilárd tényező: a tanár, a diák, az ismeretanyag, de kiváltképp az az igény, melyet a társadalom 12-16 év múlva fog támasztani a ma I. osztályba induló gyerekekember-

rel szemben - mind egy-egy ismeretlen...

A fenntartás nélküli általánosítások veszélyesek: szükség van a specifikumok feltárására, ami jól szervezett, egybehangolt kutatómunkát igényel és a kutatások eredményeinek rendszeres publikálását.

És még egy felismerés: a gyermek nemcsak azt tanulja meg, amit az iskolai programokban előírt tananyagként megtanítanak vele, hanem azt is, amit aktivitása révén önállóan elsajátít. Az oktatási rendszernek mindezt koherenciába kell hoznia ahhoz, hogy nevelésügyünk holnapja a mánál derűsebb lehessen.

Jegyzetek:

- 1) - Nagy Sándor: Didaktika - Budapest, 1967. 59. old.
- 2) - Itelszon, L.B.: Matematikai és kibernetikai módszerek a pedagógiában - Budapest, 1969.
- 3) - Aniszimova, L.E.: Informacionnaja funkcija teoriji i modeli - Voproszi filozofii, 1968/12.
- 4) - Beszpalko, V.P.: Információpszichológia és didaktika - Budapest, 1968. - 15. old.
- 5) - Lomov, B.F.: Ember és technika - Budapest, 1969. 165. o.
- 6) - Lomov, B.F.: I. m. 165. old.
- 7) - Itelszon, L.B.: I. m. 183-184. old.
- 8) - Zielinski, J. dr.: Kompjuter kao nastavno sredstvo - Nastava i vaspitanje - Zágráb, 1968/1.
- 9) - Beszpalko, V.P.: I. m. 58. old.

II. A PSZICHIKUS JELENSÉGEK MODELLEZÉSÉNEK

ELVI KÉRDÉSEI

Amióta - a tőkés fejlődés hajnalán - a szemléltetés mint módszer polgárjogot nyert az oktatásban, fogalma számtalan változáson ment keresztül. Az oktatás tartalmát is meghatározó művelődéspolitikai koncepció alapvetően megszabta a szemléltetés értékét, helyét és alkalmazásának lehetőségeit is a nevelés folyamatában. Ennek függvényeként változott szerepe is az új ismeretek nyújtásában.

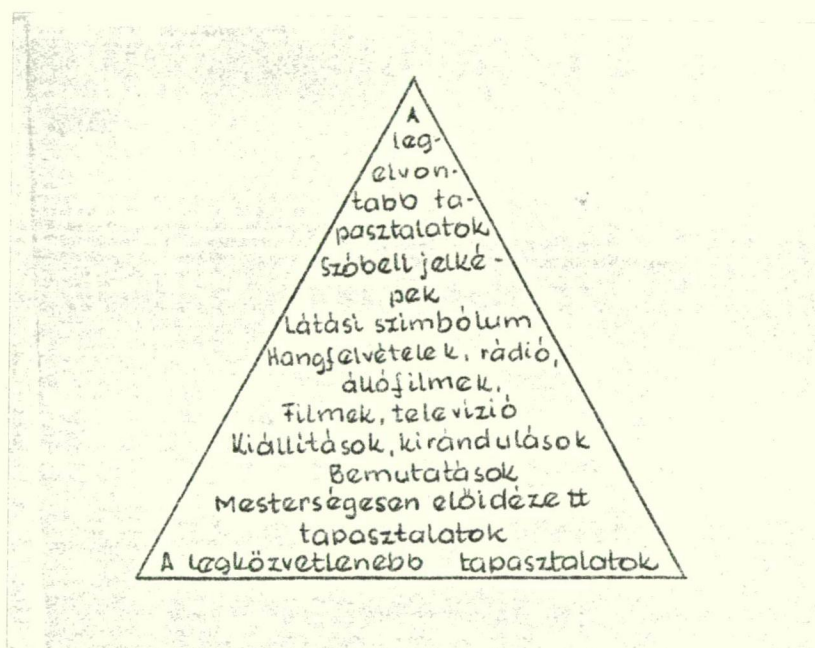
Korábban a közvetlen tapasztalatszerzés biztosítását tekintették legfontosabb feladatának, a tárgyak, jelenségek, folyamatok közvetlen bemutatása révén.

A fejlődés során - az oktatással szemben növekvő igények hatására - a taneszközök egy újabb nagy csoportját dolgozták ki és kezdték alkalmazni a pedagógiai gyakorlatban: a közvetett szemléltetés eszközeit.

Továbbhaladva ezen az úton, a közelmúltban a szemléltető eszközöknek ismét egy újabb csoportja jelentkezik és nyer mind tömegesebb alkalmazást. Annyiban újak ezek az eszközök, hogy közel állnak a közvetlen tapasztalatszerzéshez, az ismeretanyagot, információkat azonban modern technikai eszközök segítségével továbbítják: dia és mozgófilm, rádió, lemezjátszó, magnetofon, televízió, magnetoszkóp (itt kell megemlíteni a pedagógiai szempontból is jelentős zártláncú televíziót), stb. míg végül el-

jutunk napjaink oktatástechnológiai "csodáihoz" - a nyelvi laboratóriumokhoz, oktatógépekhez, elektronikus számítógépekhez...

Az imént felsorolt fokozatok lényegében megtalálhatók Edgar Dale Pedagógiai tapasztalatok piramisában is:



A modellek, mint a közvetett szemléltetés eszközei, a szemléltetés megjelenésével egyidősek, habár alkalmazásuk kezdetén sem voltak egyértelműen beilleszthetők a szemléltető eszköz fogalmába, a szó klasszikus értelmében. Amíg ugyanis a közvetlen szemléltetésnél az érzékelés útján a tárgyak, folyamatok külső jegyeiről szerezhettek a tanulók ismereteket, a közvetett szemléltetés a lényeges jegyek kiemelésével és a lényegtelenek mellőzésével a fogalomalkotást könnyítette meg, a modellek az analógia

alkalmazása révén tették lehetővé olyan folyamatok megmagyarázását, melyekre az akkor még fiatal tudományok nem tudtak választ adni. Ekkor váltak a modellek a tudományos metodológia egyik lényeges elemévé - a tudományos általánosítások, kísérletek, kutatások terén - elsősorban a természettudományokban.

A modell nem a fantázia, hanem a realitás terméke, mely összeköttetést teremt a tárgyak, jelenségek és azok szimbólumai között: "A modell a valós világ valamely tárgyának, jelenségének kicsinyített (vagy nagyított) mása, mely a közvetlen szemlélet számára nehezen hozzáférhető jelenségeket laboratóriumi vagy oktatási célokra hozzáférhetővé teszi" - írja V. A. Stoff a Voproszi filozofii 1958/12. számában.

Ugyanez a szerző három év múlva már szűknek találja a fenti meghatározást; akkor már olyan módszernek tekinti, mellyel utánozzák vagy reprodukálják a tanulmányozott jelenséget (annak valamely tulajdonságát, szerkezetét vagy dinamikáját), az ember által készített rendszer formájában.¹⁾ Ugyanebben a tanulmányban a tárgyi (műszaki) modellek mellett megjelennek a képzeleti (gondolati) modellek is, melyek tulajdonképpen jelrendszerek: nincs fizikai hasonlatosságuk az objektummal - az analógia alkalmazása nem fizikai, hanem elméleti-gnoszeológiai értelemben megy végbe.

A folyóirat következő számában V. M. Gluskov a modell fogalmának szélesedéséről, tartalmának gazdagodásáról ír: egyre inkább az objektum belső, rejtett tulajdonságaira irányul - gyakran hipotézist modellezünk. Itt jelentkezik először az információmodell fogalma.²⁾

Nem minden célzatosság nélkül tallóztam végig a folyóirat évfolyamain: az idézett cikkek (és nemcsak azok) a modellekkel kapcsolatos felfogás evolúcióját tükrözik. Legalább ilyen beszédesek néhány pedagógiai lexikon adatai is:

A Psykologisk Pedagogisk Uppslagsbok (1956-Stockholm), a Pädagogische Enzyklopädie (Berlin, 1963.), a Læxikon der Pädagogik (Herder, Freiburg, Basel, Wien, 1962. III. kiadás) és a Das grosse Lexikon für Eltern und Erzieher (Frankfurt a/M, 1962.) nem tartalmazza a modell címszót, a Læxikon der Pädagogik (Bern, 1951.) - Werkunterricht és Zeichenunterricht címszók alatt - mint tevékenységi formát tárgyalja, a Pedagogicseszkij szlovar' (1960.) a modelleket mint szemléltető segédeszközöket dolgozza fel. Megtudjuk róluk, hogy a tárgyakat vagy részeit nagyított vagy kicsinyített alakban, sematizáltan mutatják be, hogy a felhasználás céljától függően anatómiai, műszaki, gépi, matematikai modelleket különböztetünk meg.

Alig egy évtizednek kell csak elmúlnia és a modellek iránti érdeklődés expanzióját tapasztalhatjuk; sziszifuszi munkába kezdene ma az, aki a modellekkel foglalkozó könyvek, folyóiratcikkek és tanulmányok biblio-

gráfiáját próbálná meg elkészíteni - olyan méretűvé dagadt az e témakörrel foglalkozó kiadványok száma. És pont ez az évtized a kibernetika és az informatika felvirágzásának időszaka is. Nem lehet véletlen az egybeesés: a modell "nagykorúvá válását" - nagy valószínűséggel állíthatjuk - jórészt az említett két tudománynak köszönheti.

A modellek iránti érdeklődés fokozódása nyilvánvalóan annak felismeréséből ered, hogy mint gyakorlati tudományos-műszaki operáció, lehetővé teszi két rendszer közötti hasonlóság analógia útján történő általánosítását - és ezzel a modellezést közvetve megismerési folyamatnak ismertük el. Ehhez a felismeréshez természetesen az is hozzásegített, hogy a modellek is fejlődtek. A modell ugyanis - bármilyen formájú - a valóság és az absztrakció közötti út valamely pontján áll (hogy melyiken, azt a modell absztrakciójának foka határozza meg).

A modell lényeges eleme tehát a hasonlóság és nem az azonosság. "A túljó modell terméketlen, a túl távol álló modell tévedéshez vezet" - figyelmeztet a veszélyre R. A. Hinde.³⁾ A modell készítésének két végletéről van itt szó: amikor olyan tökéletesen másolja az eredetit, hogy megszűnik modell lenni, és amikor annyira tetszés szerinti, hogy teljesen elszakad az eredeti szerkezettől, így az analógia alkalmazására sincs mód, tehát nem válhat a megismerés szközévé. Lényeges igény ugyanis, hogy a modellnek a szerkezetet kell tükröznie. Ebben a tükrözésben az érzéki és logikai elemek sajátosan ötvöződnek. Az alapvető különbség a régi és az új modellek között abban nyilvánul meg

a legszembeütőbben, hogy a régi modellek elsősorban állapotot tükröztek - statikusak voltak, az újak ezzel szemben a folyamatot vagy szerkezetet dinamikusan tükrözik.

A modell jellegzetességeinek leírására I.B.Novik 1963-ban megjelent tanulmányában bukkantam.⁴⁾ Az elmúlt másfél évtized nem tette idejétmülttá a megállapítások alapvető helyáttóságát; az új kutatások csak bővítették, kiegészítették, nem cáfolták azokat:

- meghatározott egybevágóság a modellezett objektummal,
- a megismerendő objektummal való összehasonlítás lehetősége,
- vizsgálat közben lehetővé tenni ellenőrző információk szerzését a modelltől,
- megközelítő pontosságú információk átvitelének lehetősége a modelltől a modellezett objektumra.

Összegezve az elmondottakat: a modell a valóság megismerésének egy formája. Jellemzői: a szemléletesség, az absztrakció bizonyos foka, a tudományos fantázia elemei, az analógia alkalmazásának lehetősége, hipotetikus elemek jelenléte. A modellkészítés egyesíti magában a szemléletességet a tudományos absztrakcióval és az alkotó fantáziával.

Az általános és a különös viszonyából következik, hogy ami a modellekről általánosságban elhangzott, sajátosan vonatkozik a pszichikus jelenségek modellezésére.

1. Pszichikus jelenségek modellezése

Bonyolult helyzetek modellek útján történő megközelítése a természettudományokban régóta ismert. Itt elsősorban Descartes mechanikai modelljének élettani alkalmazására célok, mely - bármilyen egyoldalú is volt - lehetőséget nyújtott e mechanikai hipotézis alapján a természetben általánosan uralkodó törvényszerűségek felismerésére.

A modellek konstruálásának ideje azonban nem múlt el Descartes-tal és a racionalistákkal, ezt bizonyítják a közelmúlt és napjaink tanuláselméleti modelljei, köztük is mint a legpregnánsabbak, a matematikai, információspszichológiai és kibernetikai modellek. Hiszen amikor egy meghatározott ismeretanyag algoritmusát készítjük, tulajdonképpen az illető tananyagrészt elsajátításának modelljét konstruáljuk.

Természetesen óriási a különbség az egykori és a mai modellek között. Ma már bármilyen bonyolult matematikai vagy logikai művelet - feltéve, hogy algoritmizálni tudjuk - modellezhető fizikailag, elektronikus alkatrészek és kapcsolások megfelelő kombinációja útján. Ugyanígy elkészíthető - elvben - bármely pszichikus vagy fiziológiai folyamat modellje, az érzékelés szervei (fotocellák, érintkezők, mikrofonok) és végrehajtó rendszerek (relék, elektromágnesek, mikromotorok, tápegységek, stb.) felhasználásával.

Itt jegyezzük meg, hogy egyes szerzők komoly fenntartásokkal élnek a pszichikus folyamatok modellezhető-

ségét illetően. E. I. Bojko - Turaginovot idézve - hangsúlyozza: a modell a valóságnak csak részleges reprodukciója. Ma még nem tudjuk magukat a folyamatokat modellezni - még a legegyszerűbb feltételes reflexek modelljei is csak rezultatív és nem folyamat-jellegűek, nem beszélve a magasabb lelki folyamatok és különösen a második jelzőrendszer modellezéséről.⁵⁾

A félreértés abból származik, ha többet várunk a modelltől, mint amire képes; a gondolkodás pszichológiájának ismeretében (egyenlőre) értelmetlennek kell tartanunk bármi olyan törekvést, hogy - pszichológiai értelemben - gondolkodó modellt konstruáljunk technikai elemekből. Az ember és a gép közötti különbség az alacsonyan és magasan szervezett rendszerek közötti különbséggel adekvát: a magasan szervezett rendszerek, strukturájuk bonyolultságának bizonyos szintjétől kezdve tanulni képesek - van belső modelljük az objektív valóságról és ezt a gyakorlat alapján állandóan tökéletesíteni tudják.

Tovább haladva ezen az úton eljutunk a személyiségig, mely, mint önmagát szabályozó rendszer, minden egyébnél bonyolultabb feladatot jelent a modellezés számára. Hadd fűzzük hozzá azonnal, hogy a személyiség integrált egészként való modellezésének lehetősége ma még kivihetetlennek tűnik. A részletek, egyes elemek megismerése azonban könnyebb, mint egy bonyolult önszabályozó rendszer egészének megismerése, így - egyes elemeire bontva, ha közvetlenül nem is, de mivel a modell az analógia lehetőségét adja - a ré-

szek megismerésével és a külön-külön megismert részletek szintézisével közelebb juthatunk az egésznek a teljesebb megismeréséhez.

Ezen a téren jóslásokba bocsátkozni egyébként is hálátlan feladat volna: mind több elképzelés kerül át a tudományos-fantasztikus regények lapjairól a tudományos laboratóriumokba. A műszaki rendszerekbe épített élő sejtek szinte korlátlan - egyenlőre még inkább elméleti - lehetőségekkel kecsegtetnek.

A pedagógiai céllal konstruált modellekkel szemben az az igény, hogy a jelenséget (rendszerek, folyamatok) lényeges ismérveivel birjanak, hiszen általuk az ismeretek közvetítése a cél. Hogy az analógia illusztrativvá válhasson, a vizsgált objektum megfelelő elemét (szerkezet, működés) szemléltethető formában kell reprodukálnunk - az absztrakció valamely fokán, módot nyújtva az empirikus interpretációra.

A pszichikus jelenségeket és folyamatokat többféle módon modellezhetjük:

a) Olyan modellek készítése, melyek a pszichikus folyamatok lefolyását szemléltetik, de nem látható a szemléltetett folyamat belső strukturája, mechanizmusa. Ilyen makromodellek például a feltétlen és feltételes reflexes viselkedés modelljei, melyeket - mivel a vizsgált rendszer viselkedése tükröződik bennük - viselkedésmodelleknek is nevezünk.

b) Az olyan modelleket, melyek a pszichikus folyamatok belső strukturáját és mechanizmusát szemléltetik, mikromodelleknek, vagy - tekintve, hogy a modellezett folyamat szerkezeti működése tárul fel bennük - szerkezeti, illetve működésmodelleknek nevezzük. Ilyen például a leírt modellek közül az idegsejt működési modellje.

Az első pszichológiai modellek szerkezeti és működésmodellek voltak, az utóbbi időben viszont megszáporodtak az ember pszichikus tevékenységét bemutató viselkedésmodellek konstruálására irányuló kísérletek. A modelleket ért bírálatok is jórészt ez utóbbiakra vonatkoznak. Az emberi viselkedést ugyanis több rendkívül dinamikus rendszer befolyásolja - értelmi, érzelmi, motivációs elemek - melyek közül bármelyik megváltozása a viselkedés változását okozza.

A modell "viselkedését" a betáplált fizikai jelzések határozzák meg, melyek leggyakrabban lineáris algoritmus formájában programozhatók. Ha tehát - mondjuk - emóciókat akarunk a modellekbe programozni, azokat is fizikai jelzéseké kell alakítanunk, így kidolgozni a modellezett folyamat algoritmusát, mely viselkedésmodellek esetében csakis elágazó lehet.

Hangsúlyozni kell, hogy a modell - még a leg-tökéletesebb sem - alkalmas a modellezett folyamat minden összefüggésének, valamennyi elemének szemléltetésére, hanem csak bizonyos részletek, illetve mechanizmusok tárulnak fel benne.

Napjaink műszaki fejlettsége azonban már olyan fokon áll, hogy úgyszólván nincs elvi akadálya bármely pszichikus vagy fiziológiai folyamat vagy jelenség modellezésének. Természetes, hogy amikor modellről beszélünk, nem szorítkozhatunk kizárólag a mechanikus modellekre, noha ezek a leglátványosabbak. Viszont sok esetben (különösen a folyamatok, jelenségek belső strukturájának, mechanizmusának modellezésénél) kiválóan alkalmazhatók a mind szélesebb körben használt matematikai, kibernetikai, logikai és sémamodellek.

Befejezésül még csak annyit, hogy modell készítésénél nem az embert illetve más élőlényt modellezünk, hanem az emberi viselkedésről, illetve a modellezett folyamat mechanizmusáról meglévő ismereteinket (esetleg hipotéziseinket) hozzuk az analógia alkalmazásával "testközelbe", hogy az elvont ismeretanyagot a konkrét szemlélet számára hozzáférhetővé tegyük.

2. A modellek készítésének

módszertani-didaktikai követelményei

A modellek célját és rendeltetését N. A. Bernstein a következő képpen fogalmazza meg: "Munkahipotézist állítunk fel annak a belső mechanizmusnak a szerkezetéről, amely elképzelésünk szerint a 'kimeneten' az általunk megfigyelt jelenségeket szolgáltatja, ha a 'bemenetre' meghatározott hatásokat adunk. Ezt a munkahipotézist anyagi modellben testesítjük meg és megfigyeljük, hogyan működik. Ha a modell hűen

utánozza a valóság jelenségeit és a bemeneti-kimeneti folyamatok kapcsolatait, akkor az erősen növeli a kiindulási hipotézis valószínűségét, utat nyit ahhoz, hogy fokozatosan és óvatosan ráépítve és bonyolítva a kísérleti modellt, miközben megfigyeljük működését és reakcióit, lassanként elérjük az általa végrehajtott funkciók körének kiszélesítését és szabatos megfogalmazását. A kiindulási hipotézis vagy cáfolatot kap a modellel való munka valamely szakaszában, vagy pedig idővel növekszik és megszilárdul annak valószínűsége, hogy a 'fekete láda' adott belső mechanizmusát megfejtettük."6)

A modellek készítésével kapcsolatos didaktikai-módszertani követelmények elsősorban a fent elmondottakból vezetendők le.

A munkahipotézis felállítása a modell készítésének első lépése, mely a modell megtervezésének minden részletét magában foglalja, a modellezendő folyamat kiválasztásától kezdve, a műszaki tervezésen és a tantervi beállításon keresztül a gyakorlati alkalmazás megtervezéséig.

Különösen fontos felhívni a figyelmet arra, hogy a modell nemcsak vezetékek és kapcsolók hálózata, nemcsak elektromos és elektronikus egységek rendszere, hanem - és elsősorban - az oktatási problémák megközelítésének empirikus útja. A pedagógusnak, aki modellezéshez fog, nemcsak tárgyi tudását, hanem képzelőerejét, éleslátását és találékonyságát is próbára teszi. És még egy megjegyzés! A pedagógusnak nem kell feltétlenül főszerepet játszania a modell tervezésében és elkészítésében, mint ahogy a filmrendező is

ritkán játszik főszerepet saját filmjében. Már pedig itt a pedagógus feladata - úgy tűnik - a rendezőéhez áll legközelebb.

Már a munkahipotézis felállításakor, de később, a tervezés és kivitelezés során is, különösen pedig a gyakorlati alkalmazás folyamán tiszteletben tartani az általános didaktikai-módszertani elvek mellett a modell specifikumából eredő sajátos igényeket, követelményeket is.

a) Tudományosság

Az elkészített modellel szemben elsősorban támasztott igény, hogy feleljen meg a tudományos tényeknek. Szükségtelen hangsúlyozni, hogy e tekintetben bármi kompromisszum megengedhetetlen. Vitathatatlan ugyanis, hogy a szilárd tudományosság az oktatásban a szocialista nevelés egyik alapvető célkitűzésének, a tudományos világnézet megalapozásának legfontosabb pillére. Ha mint általános elvet elfogadjuk, annál inkább indokolt a legkövetkezetesebb alkalmazása a pszichológia területén, ahol már a terminusok egy része is kétes értékű asszociációk lehetőségét hordozza magában, tekintettel a kifejezések hosszú századokon át egyértelműen deista alkalmazására.

A tudományosság igényéből következik, hogy a modellnek hűen kell utánoznia a valóságot. Ezen a ponton gyakori a félreértés: nem ritkán fordul elő, hogy ezt az igényt formálisan értelmezik és a modellt külső alakjában igyekeznek a modellezett jelenséghez, folyamathoz hasonlóvá

tenni (gondoljunk csak Grey-Walter műteknősbékájára!), holott tudományosan elfogadott elv, hogy a modellnek nem kinésében, hanem működésében kell eredetijéhez hasonlónak lennie. Éppen ezért kívánatos a szükségtelen részek mellőzése, úgyszólván kiemelve ezáltal a megkülönböztető sajátosságokat. Ugyanis - mint a következő pontban erről részletesebben is szó lesz - igyekeznünk kell tudatosítani ezeket a differentia specificákat, hogy az interpretációt egyértelművé tehesük.

Természetes, hogy a szükségtelen részletek mellőzése nem akadályozza a komplett, precíz tájékoztatásnak, hiszen a modell az információnak csak egy forrása. Semmiképpen sincs akadályozás annak, hogy a tanári magyarázat, a tankönyv, vagy megfigyelés útján a tanulók kiegészítő információkat szerezzenek a modell készítésénél - indokoltan - mellőzött részletekről is. A szemléltetés minden formája - így a modell útján történő szemléltetés is - együtt jár a szóbeli magyarázattal: az érzéki adatok szóbeli-gondolati feldolgozás útján általánosíthatók. A szemléltetés így - és csakis így - válhat a gondolkodás támaszává.

b) A hatékonyság növelése

A hatékonyság növelése tulajdonképpen a modellek alkalmazásának alapvető célja is. Egyúttal azonban tartalmazza a követelmények egész sorát, melyek végső fokon a cél megvalósításához: az oktatás hatékonyabbá tételéhez vezetnek.

Azáltal, hogy az oktatást konkrétabbá teszik, a modellek rendkívül alkalmasak az érdeklődés felkeltésére, a figyelem fokozására, a tanulók maximális aktivizálására.

A modell segítségével feltehetően sikerül elérni a tanulók tudatának magas fokú aktivizálását, ami az ismeretelsajátítás hatékonyságának alapvető feltétele. Kiindulva ugyanis abból a tételből, hogy a figyelem a szubjektum viszonya az objektív valósághoz, logikus a következtetés, hogy az intenzívebb figyelem a tudat magasabb fokú aktivitásának felel meg, ami az ismeretek elsajátításában nagyobb felvevőképességet, az elsajátítás magasabb szintjét eredményezi.

A hatékonyságot fokozza a közlendő anyag logikus részekre való lebontásának lehetősége, bizonyos "elnagyolt" algoritmizálás is. A modellekes külön megadott utasítás tulajdonképpen lineáris algoritmus, amit a tényleges algoritmusoktól az különböztet meg, hogy itt nem egyes műveletek, hanem a műveletek kisebb-nagyobb csoportjai képezik a feladatsort, a módszer viszont ugyanaz: csak az előírt műveletek végrehajtása után tehető meg a következő lépés, kezdhető meg a következő műveletsor.

Az eddig elmondottak nem zárják ki annak lehetőségét, hogy a tanulók a tanulást heurisztikusan éljék át. A modell heurisztikus funkciója abban nyilvánul meg, hogy a modellt vizsgálva a tanulók az objektummal kapcsolatban új felfedezésekhez jutnak el. Mivel a fentebb "elnagyolt algo-

ritmusnak" nevezett utasítás a pedagógus tevékenységét van hivatva irányítani, egy-egy újabb lépés a tanulók számára a felfedezés élményét is jelentheti, ez pedig már új minőség az ismeretelsajátítás folyamatában, mely - többek között - a további tevékenység hatásos motivációs bázisa is lehet.

Az interiorizáció szintjére való eljutás meggyorsítása is szorosan összefügg a hatékonyság növelésének követelményével.

Kiindulópontként próbáljuk szakaszokra bontani az ismeretek elsajátításának folyamatát:⁷⁾

- előkészítő megismerkedés szakasza,
- materiális tevékenység szakasza (a folyamat, jelenség tartalmának, törvényszerűségeinek feltárása),
- nyelvi szakasz (a részműveletek mellőzése, a tevékenység nyelvi formát ölt - hangos beszéd szintje),
- értelmi szakasz (fogalmi szinten, automatizált formában).

A továbbiakban - magasabb szinten - ismét műveleti szakasz következik, a megismerés dialektikus elve alapján.

Ha központi láncszemként a tanulók megismerő tevékenységét fogjuk fel, nyilvánvalóvá válik a modellek magas didaktikai értéke, különösen az első és második szakaszban. Ez egyrészt a tananyag következetes logikai felépítésével függ össze, tekintve, hogy a modellezett folyamatot elemi komponenseire bontva (algoritmizálva) mutatjuk be, másrészt

viszont a modellnek azzal a sajátosságával, hogy nem pusztán információkat közlünk általa, hanem meghatározott műveletek végzésével, ezek eredményeinek konstatálásával szélesebb és stabilabb alapot biztosítunk a harmadik és negyedik szakasz számára, különöse tekintettel arra, hogy - a sokoldalú, körültekintő megfogalmazás következtében - az átvitel biztonságát és pontosságát is fokozni tudtuk.

Szemléletesség, érthetőség, egyszerűség - olyan követelmények, melyeket általában minden szemléltető eszközzel szemben támasztunk. Ezek mellé újabb igényként sorakozik fel, hogy a modellnek tipikusnak kell lennie. Ez a követelmény összefügg az előző pont alatt tárgyalt differentia specifica kiemelésének problémájával. A modellnek ugyanis a modellezett folyamat jellegzetességeit kell tükröznie, és éppen azáltal lesz tipikus, hogy azokat a jellegzetességeket tárja elő, melyek az illető jelenséget más hasonlótól megkülönböztetik. A dolgozatban bemutatott modellek közül például a neuronmodellen nem azt hangsúlyozzuk, hogy sejtmagja van - habár ez is lényeges jegy, hanem azt, ami az idegsejtet más sejtektől megkülönbözteti, például myelinhüvelyt.

Ide tartozik, hogy a modell - mint szimbólikus szemléltető eszköz - sajátos vizuális általánosításra nyújt lehetőséget. D. N. Bogojavlenszkij "Az iskolai ismeretelsajátítás pszichológiája című, N. A. Mencsinszkajával közösen írt munkájában, Borodulina kutatásaira hivatkozva megállapítja, hogy a virágmodell sematizált vizuális képzete más virágok elemzésekor jobb eredményt hoz, mint egy virág konkrét

képzete. Ebből következteti, hogy "... a szimbolikus szemléltetés a gondolkodás számára lehetőséget teremt ahhoz, hogy ne csak szóbeli általánosításokkal, hanem egyúttal bizonyos elvont fogalomnak megfelelő vizuális képekkel is dolgozhasson." ⁸⁾ Indokoltnak látszik Bogojavlenszkij megállapítását - mely természettudományi vonatkozású - a pszichológiai modellekre is érvényesnek tartani.

c) Tantervi beállítás

A tantervi beállítás a következő követelmény, melyre már a modell tervezése, de építése közben is tekintettel kell lenni.

Ez a követelmény a tantárgynak és a tananyag-nak tantervi vetületeiben való megismerését igényli, a tananyag természetével, a tantervi célkitűzésekkel való megismerkedést, acélból, hogy könnyebben egybe tudjuk hangolni a modell specifikus tulajdonságait, kifejezési lehetőségeit és didaktikai előnyeit a tantervi követelményekkel.

Legalább ilyen fontosságú annak annak megállapítása, hogy a tanulóknak a modellezésre kiválasztott ismeretanyaggal kapcsolatban vannak-e előzetes ismereteik, és ha igen, milyen szintűek azok. (A jugoszláviai gimnáziumi tantervben például a pszichikum fiziológiai alapjai a pszichológia tantervében éppen csak érintve volt, ezzel szemben az előző évben - biológiából - jóval részletesebben dolgozták fel az idegrendszert, mint azt a biológia oktatása

igényelte volna. Nyilvánvaló a tantervkészítőknek az az igyekezte, hogy a kettőzést kiküszöböljék, ami végül azt a konkrét helyzetet eredményezte, hogy a pszichológia tanításában más tantárgy előző évi ismeretanyagára kellett építenünk.)

Nem mellőzhető körülmény végül az sem, hogy a tantervből következtethetünk tanulóink életkorára - ebből fejlettségi szintjükre, életkori sajátosságaikra is. Életkori sajátosságoknak a testi és lelki fejlődés viszonylag állandó jellegű, tipikus vonásait tekintjük, melyek adott periódusban jellemző módon kifejezik a gyermek leglényegesebb tulajdonságainak minőségi változásait.⁹⁾

A fejlettségi szinthez való alkalmazkodás igénye lényeges körülmény a modell tervezésénél és kivitelezésénél; már a modelltípus megválasztása is a tanulók életkorától függ. Nyilvánvaló, hogy alacsonyabb fejlettségi szinten a szemléleti elemek dominanciája kívánatos, így inkább mechanikus modellt választunk, az értelmi fejlettség magasabb szintjén ezzel szemben nincs akadálya a szimbólumokra alapozott sémamodellek tervezésének, kidolgozásának.

Nincs azonban szükség túlzott óvatosságra sem: pedagógiai gyakorlatunkban lépten-nyomon meggyőződhetünk arról, hogy a fejlődés akcelerációja az absztrakció szintjére való eljutást is előbbre hozta: ma már az általános iskola első osztályába az absztrakt gondolkodás olyan képességgel birtokában indulnak gyermekeink, mely nem túl régen -

alig néhány évtizeddel ezelőtt - több éves iskolai munka eredményeként alakulhatott csak ki. Az életkori sajátosságok tehát nem eleve adott, változatlan tényezők, hanem olyan képződmények, melyek kialakulását a gyermek életfeltételei, az oktatás és nevelés körülményei determinálják.¹⁰⁾

Ilyen vonatkozásban más hangsúlyt kap a modellezett folyamat tagolásának - elemi komponensekre való bontásának - kérdése is. Szó volt már arról, hogy a folyamatot tagolni (algoritmizálni) kell. A kis- illetve nagylépések problémája analóg a tanulók fejlettségi szintjének problémájával. Mivel az ember az oktatás folyamán változik, a nem elemi műveletek idővel elemiekké válnak, a fejlettségi szint nem ismerése a minimalizmus vagy a maximalizmus veszélyét hordozza magában. Az életkori sajátosságok ismeretére tehát nem azért van szükség, hogy azokhoz passzívan alkalmazkodjunk, hanem hogy ezek ismeretében rugalmasan alkalmazkodhassunk az átlagostól eltérő, de számunkra jelentős egyedi sajátosságokra is.¹¹⁾

d) Gazdaságosság

Az ésszerűséggel, célszerűséggel, gyakorlatiassággal kerül egy csoportba, mert köztük szoros az összefüggés: célszerűnek, ésszerűnek, gyakorlatiasnak kell lennie egy modellnek ahhoz, hogy gazdaságos legyen. Itt ugyanis a gazdaságosságot nem közgazdaságilag, hanem didaktikailag értelmezzük - az oktatás akkor gazdaságos, ha eléri célját - persze, nem bármi áron. A műszaki befektetések alapvető

dilemmája: megtalálni a megfelelő arányt a minimális befektetés - maximális hatékonyság viszonyában. A modelltől a tanulók és a pedagógus tehermentesítését várjuk, illetve a közvetítő csatorna kapacitásának teljesebb kihasználását.

A kérdés megközelítéséhez tudnunk kell, mennyi időre van szüksége a tanulónak ahhoz, hogy az információk megfelelő mennyiségét befogadja, megjegyezze. Más szóval: nem fokozhatjuk tetszés szerint az információk közlésének sebességét, hanem figyelembe kell venni, milyen kapacitású a hírközlő csatorna, mely az információkat továbbítja.

V. P. Beszpalko szerint¹²⁾ a látási hírközlő csatorna kapacitása $1,6 \cdot 10^6$ bit/sec, a hallási csatornáé $0,32 \cdot 10^6$ bit/sec, a tapintási csatornáé $0,13 \cdot 10^6$ bit/sec. (Az információelméletben a kettes alapú logaritmust használják - az angol binary digit /bináris számjegy/ rövidítéséből származik a bit - az információmennyiség egysége.)

Tekintettel azonban arra, hogy az oktatásban a közléssel még nem értük el a célt, szükség van a feldolgozásra: megértésre, bevésésre - a fenti értékekektől módosítani vagyunk kénytelenek. Az embert a külvilággal összekötő közvetítő csatornák feltételezett kapacitását (C_{felt}) a következő képletek alapján állapítjuk meg:

$$C_{felt} = 1 + 16 \text{ bit/sec}$$

Az egyes hírközlő csatornák közötti eltérések a következők:

$$C_{\text{felt vis.}} = (5 + 10) C_{\text{felt tact.}}$$

$$C_{\text{felt vis.}} = (2 + 3) C_{\text{felt acust.}}$$

Tehát azonos feltételek között a látási csatorna útján közölt információ vonalvesztesége a legalacsonyabb - vagyis a látási csatorna útján való közlés a leggazdaságosabb. Ha viszont párhuzamosan vagy kombináltan továbbítjuk a nyújtandó ismereti anyagot, akkor a megadott időegység alatt az előzőnél jóval több információ felvétele válik lehetővé, ami végső soron a megismerési folyamat gazdaságosabbá tételét eredményezi (az e pont elején jelzett értelmezésben).

A modell konstruálásánál figyelmet kell fordítani még egy - ehhez a követelményhez kapcsolódó - körülményre: a modellezésnél - mint azt az előző fejezetben hangsúlyoztuk - mellőzni kell a részleteket, ezzel párhuzamosan mintegy kiemelni a lényeges jegyeket. Ilymódon válik lehetővé, hogy alkalmazásánál a tanulókat a részletekkel való felesleges terhelés helyett az alapelemekkel és ezek működésének elveivel ismertessük meg, hogy más hasonló tárgykörben is kiismerjék magukat. Ez természetesen magába foglalja a tanulók értelmi tevékenységének fokozottabb igénybevételét is, ami viszont a közvetítő csatorna kapacitásának gazdaságosabb, ésszerűbb kihasználását eredményezi.

e) A pedagógiai alkalmazás tervezése

Ez a követelmény tulajdonképpen a felhasználás, az üzemeltetés módjának, helyének, feltételeinek, a műszaki és módszertani utasításnak, a modellt kezelő illetve felhasz-

náló pedagógus kiképzésének megtervezését jelenti.

A tantervi beállítást elve megszabja az alkalmazás helyét és idejét. Amivel itt még ki kell az ott elmondottakat egészíteni, az az egyes modellek sajátosságai-
ból adódik. Fel kell hívni a figyelmet a modell alkalmazásával kapcsolatos speciális feltételekre (hőérzékeny modellek esetében meghatározott hőmérséklet, más esetben - például fotocellás modell alkalmazásánál az elsötétítés, vagy a különleges világítás biztosítása, stb.)

A tervezésnél és konstruálásnál lehetőleg kerüljük a speciális környezeti feltételek biztosításának igényét; modelljeink tantermi használatra készülnek, elvárható tehát, hogy átlagos tantermi feltételek között is üzemeltethetők legyenek.

A műszaki és módszertani utasítást a modell munkalapja tartalmazza. Ennek összeállítása a modell majdani, az oktatásban történő alkalmazhatóságának egyik alapvető feltétele. A munkalap három részből áll:

- módszertani-didaktikai utasítás,
- műszaki utasítás,
- igénybevételi nyilvántartás.

Módszertani-didaktikai utasítás: a modellezett folyamat, jelenség megnevezése, feltüntetve azokat a módszeres egységeket, melyek feldolgozásánál alkalmazható. Tartalmaznia kell a modellezett folyamat vagy jelenség rövid leírását is, közbeiktatva a modellen végzendő manipulációkat

és az általuk kiváltott jelenségeket.

Műszaki utasítás: a modell üzembehelyezésére és üzemeltetésére vonatkozó utasítások. Tartalmaznia kell a modell kapcsolási rajzát is.

Igénybevételi nyilvántartás: a modell felhasználó pedagógus bejegyzései számára fenntartott rész. A modell igénybevételnek helye, ideje, a módszeres egység megnevezése és az alkalmazással, üzemeltetéssel kapcsolatos tanári észrevétel rögzítésére szolgál.

Feladatának a munkalap csak akkor tud megfelelni, ha a modellen végzett minden változást, javítást bejegyzünk a munkalap leíró és szerkezeti részébe.

A pedagógusnak, aki a modellt oktatás közben fel szándékozik használni, erre külön fel kell készülnie. Itt nem a modellel kapcsolatos manipulativ tevékenység elsajátítására gondolok elsősorban - noha ez sem mellőzhető igény - de ezt a munkalap alapján rövid idő alatt bárki begyakorolhatja. Sokkal lényegesebb ennél a modell felhasználására való módszertani-didaktikai felkészültség, a modell beépítése az oktatás folyamatába. Ez tulajdonképpen az oktatás optimalizálásának igényével azonos. Nem engedhető meg ugyanis, hogy a modellt kellő indokoltság híján alkalmazzuk. Hiszen - Landát idézve - a pedagógiai megoldások az esetek többségében csak valószínűségi megoldások lehetnek, tekintve, hogy az egyik vagy másik tanítási cselekvés célszerűsége gyakran csak

bizonyos valószínűséggel adható meg.¹³⁾ Ha azonban rögtönzés szerűen alkalmazzuk a modellt, ez csak a legritkább esetben járul hozzá a hatékonyság értékének növeléséhez. Éppen ezért az oktatási feladatok megoldási módját kell kidolgozni, más szóval a konkrét oktatási anyag módszertani megoldásának algoritmusát kell megszerkeszteni - beleépítve természetesen a modellt is, mely csak ilyen alkalmazásban tud teljes egészében megfelelni a várakozásoknak.

Ez azonban már a modell alkalmazásának problémakörébe vágó kérdés, melynek kifejtéséhez a dolgozat IV. fejezete nyújt a jelenleginél jóval több teret és lehetőséget.

3. A modellek készítésével kapcsolatos műszaki követelmények

A modellek tervezésével kapcsolatos műszaki követelmények három nagy csoportra oszthatók:

Az első csoportba tartozó követelmények a műszaki tervezés irányát és módját szabják meg - korszerűség, ésszerűség, egyszerűség, gazdaságosság.

A követelmények másik csoportja a kivitelezésnél nyer különös fontosságot. Ezek az esztétikus kidolgozás igénye, szín- és formatervezés, attraktivitás.

Végül a használat közben támasztandó követelmények csoportja következik: üzembiztonság, érintésvédelem, megbízhatóság, szabatos kezelési utasítás.

a) Korszerűség

A megismerés, a technikai és tudományos fejlődés eredményeként hatalmas változásokon ment keresztül. Ha ma mosolygó fejcsóválással nézzük a párszáz év előtti modelleket, automatákat, azt jelenti, megfeledkezünk arról, hogy az elkészítés idején a kornak megfelelő, sőt gyakran azt meghaladó tudományos igénnyel készültek. Ügyelni kell - éppen ezért - nehogy az általunk tervezett, készített modellek lemaradjanak a ma technikai szintjétől és a jelen helyett a multat idézzék.

Az utóbbi egy-két évtized műszaki fejlődésének eredményei többek között a modellezés számára is úgyszólván korlátlan lehetőségeket biztosítanak - annak, aki élni tud velük. A nap mint nap megjelenő új alkatrészek ugyanis egyrészt a kombinatív lehetőségek számát növelik, másrészt - és modellekről lévén szó, ez a lényeges - a miniatürizálást segítik elő, hamradsorban pedig - mint arról később még szó esik - jóval gazdaságosabbak is.

Így például a tranzisztorok (félvezető triódák) mindinkább kiszorítják az izzókatódos elektroncsöveket (és nemcsak a modellezés területéről), egyrészt kisebb helyigényük következtében, másrészt pedig - mivel fűtést nem igényelnek, alacsonyfeszültségű árammal működtethetők.

Hasonló a helyzet az egyenirányítókkal is. Például a 4. számú modellbe beépített, alig 0,3 ccm térfogatú félvezető dióda kb. 25 cm hosszú szelénrudat helyettesít, de folytathatnánk a felsorolást tovább és helyet kapnának a foto-

diodák, miniatűr, sőt mikrominiatűr integrált áramkörök (szerkezetileg is egyetlen egységet alkotó, teljes logikai áramkörök vagy erősítők) és a modern elektronika egyéb csodái.

Összegezve tehát az elmondottakat, a korszerűség követelménye a modell tervezőjétől, építőjétől a műszaki tudományokban való jártasságot igényli, a technikai fejlődésének követését, vívmányainak felhasználását.

b) Ésszerűség

Lényegében véve integrált követelmény, melyben didaktikai, metodikai, műszaki és biztonsági megfontolások találkoznak a gazdaságossággal.

Ésszerűségnek kell megnyilvánulnia már a modellezendő folyamat megválasztásában. Nem valószínű, hogy olyan folyamat vagy jelenség modellezéséhez fogunk, melynek szemléletes bemutatása a természetben is elvégezhető, megfigyelés, vagy önmegfigyelés útján, sokkal inkább olyanokat, melyeknek lefolyása túlságosan gyors vagy időigényes, illetve a folyamat vagy szerkezet egyes szakaszai, részletei más módon nem szemléltethetők.

Ide tartozik a modelltipus megválasztása is, tekintetbe véve mindazt, amit a fejlettségi szinthez való alkalmazkodásról beszélve a dolgozat előző fejezetében elmondunk. Fel kell azonban hívni a figyelmet arra, hogy gyakran és feleslegesen (tehát ésszerűtlenül) túlméretezzük a modellel szemben támasztott igényeket: több folyamatot, egy struk-

turának több részletét akarjuk egy-egy modellbe beépíteni, ami a tervezést is túlkomplikálja. A célt azonban még ezen az áron sem tudjuk elérni, hiszen a legsokoldalúbb modell sem közelítheti meg az emberi tevékenység széles skáláját.

Az elmondottakból következik az ésszerűség követelményének lényege: a modellezendő folyamat kiválasztásánál, az igények megkörvonalazásánál, a modelltipus kijelölésénél nemcsak a tiszta, tudományos elmélet, hanem a műszaki lehetőségek kivizsgálásával, a didaktikai-módszertani, műszaki-biztonsági és gazdasági szempontok figyelembevételével szabad csak döntenünk, soha sem tévesztve szem előtt, hogy nem öncélúan, hanem a gyakorlat számára építjük modelljeinket, hogy azok ésszerűségét a pedagógiai gyakorlatnak kell megerősítenie.

c) Egyszerűség

Kettős irányú követelmény, mely a célszerűség igényéből következik. Ennek elsősorban a tervezés szintjén kell megnyilvánulnia: lehetőleg kerüljük a többszörösen összetett modellek konstruálását, hiszen - ha ez a célunk - néhány elemmel is nagy cselekvésvariációt tudunk produkálni. Példaként Grey-Walter már említett műteknőisére emlékeztetünk, melyben csak két idegsejtnek megfelelő egység volt (két elektroncső), emellett két-két jelfogó, kondenzátor, elektromotor és akkumulátor, továbbá három érzékszerve: egy pár fotocella, egy nyomóérintkező és egy mikrofon. A felsorolt - viszonylag egyszerű - szerkezeti felépítés ellenére is, a műteknős meglepően összetett viselkedésre volt képes.¹⁴⁾

Az egyszerűség mellett szól az a tény is - és ez elvként is elfogadható - hogy minél bonyolultabb egy modell, annál nagyobb a hibalehetőség, és fordítva.

Ugyanebből a követelményből adódó másik megszívlelendő körülmény a modell gyakorlati felhasználása során nyilvánul meg: a modellnek a kezelhetőség tekintetében is egyszerűnek kell lennie. Nem várható el ugyanis olyan szintű műszaki tájékozottság egy pszichológustól, mint a modell tervezőjétől. Hosszabb kiképzésre általában sem idő, sem lehetőség nincs. Így - akár a szakszerű kezelő hiánya miatt, akár a használat folyamán beállt apróbb műszaki hiba következtében - bekövetkezhet, hogy modellünk használaton kívül kerül, míg az egyszerűbb szerkezet kezelésére, apróbb műszaki hiba elhárítására bármelyik iskolában akad hozzértő ember.

d) Megbízhatóság

Az előző követelményekből vezethető le - abból az elvből, hogy minél bonyolultabb egy rendszer, minél több elemből tevődik össze, az üzembiztonsága annál alacsonyabb. (Ez természetesen csak bizonyos fenntartással fogadható el, hiszen ha így volna, vissza kellene térnünk a kőkorszakbeli szerszámokhoz.)

Megbízhatóság alatt annak valószínűségét értjük, hogy a modell a meghatározott funkciót huzamosabb időn keresztül teljesíteni tudja.

Soros kapcsolás esetén az egész rendszer megbízhatósága az egyes elemek megbízhatóságától függ (a bármely lánc olyan erős, mint a leggyengébb láncszem-elv alapján). Ezért ajánlatos inkább a párhuzamos kapcsolás, esetleg - a lehetőségek szerint - kiegészítő áramkörök bekapcsolása. Lényeges minden egyes áramkörbe ellenőrző berendezést (kontrollégőt vagy mérőpontot) beépíteni, hogy esetleges üzembizavár bekövetkezésekor a hiba helyét pontosan és gyorsan meg lehessen állapítani.

A megbízhatóság fontos tényezője a stabil kivitelezés is: a modell kazettájának elég erősnek kell lennie ahhoz, hogy a szerkezetet megóvjja a kisebb-nagyobb mechanikai hatások okozta sérülésektől, hőérzékeny berendezések esetében a nemkívánatos felmelegedéstől. A belső szerelvények rögzítése szilárd, a kötések biztosak (elsősorban forrasztottak) legyenek. Ha erre lehetőség van, a modelleket nyomtatott áramkörrel készítsük. Ez a megoldás - amellőtt, hogy üzembiztosabb, kisebb helyigényű is, így a modellezésnél a klaszikus huzalozás helyett általában sikerrel alkalmazható.

e) Gazdaságosság

Ha a modelltervezést, építést alkotó jellegű munkaként fogjuk fel - mert tulajdonképpen az - nyilvánvalóvá válik minden alkotó természetű munka egyik alapproblémája: miként őrizni meg az alkotás szabadságát, ugyanakkor nem elszakadva a realitástól. A mi esetünkben ez a realitás az oktatási folyamat - ennek alapjáról kiindulva kell a gazdaságosság követelményét is szemlélni.

Az oktatás - a már klasszikusnak számító megállapítás szerint - akkor gazdaságos, ha eléri célját. Hozzá kell azonban fűzni, hogy nem bármi áron. Nem igényel különösebb bizonyítást az az állítás, hogy az újabb taneszközök (köztük a modellek) beépítése az oktatás folyamatába, csak egy bizonyos pontig jár együtt a hatásfok analóg emelkedésével. A gazdaságosság ennek az egyensúlynak a tiszteletben tartását követeli meg.

Az elvet a modellkészítés kereteire szűkítve talán így lehetne megfogalmazni: a műszaki lehetőségek alapos kivizsgálása után kiválasztani a megfelelő modelltipust, megállapítani, mennyi az a minimális műszaki befektetés, mely a modell zavartalan funkcionálását biztosítani tudja. Félmegoldásokba természetesen nem szabad belemenni; ha az imént említett minimális befektetés nem biztosítható, inkább halasszuk el a modell elkészítését, mert az esetleges kompromisszumok minden bizonnyal az üzembiztonság, a megbízhatóság, a korszerűség rovására mennének.

Szorosan idetartozik az az igény is, hogy a modellek készítésénél a leggazdaságosabb (nem a legolcsóbb!) elemeket válogassuk össze. Így például lehet, hogy olcsóbb alkatrészenként megvásárolni és összeállítani egy adott rendszert, de mégis sokkal gazdaságosabb egy megfelelő integrált áramkört beépíteni a modellbe. (Ezek előnyét nemcsak abban látom, hogy beépítésük összehasonlíthatatlanul kevesebb munkát igényel, hanem - és főleg - abban, hogy mechanikailag stabila, kivezetéseik megbízhatóan forrasztottak, hő és ütésállóak, légmentesen zártak, ami növeli a modell megbízható-

ságát, élettartamát.

Egy mondatba sűrítve: legnagyobb effektus, a lehető legalacsonyabb műszaki befektetéssel.

f) Munkabiztonság

A modell tervezésénél, de különösen kivitelezésénél tekintetbe veendő körülmény, mely a modell kezelőjének biztonságát van hivatva garantálni. Itt elsősorban az érintésvédelemről van szó, éppen ezért az elektromechanikus, elektronikus modellekre vonatkoztatható.

Az érintésvédelem megfelelő biztosítása érdekében elsősorban alacsonyfeszültségű áram alkalmazása kívánatos. Ideális körülmények között elképzelhető egy külön tápegység kiépítése, mely tulajdonképpen egy több csapolású transzformátor, és amely a 220 V hálózati áramot 1,5 - 12 V feszültségűre redukálja. Mi az elkészített modellek mindegyikébe egy-egy csengőtranszformátort építettünk be, ami maximum 8 V üzemi feszültséget biztosít. Kivétel azonban itt is előfordul: a 4. számú modell egyik áramköre 250 V feszültségű. Kívánatos az ilyen - magasfeszültségű - áramköröket feltűnő szigeteléssel ellátni.

Lényeges igény, hogy a modellt teljesen zárt kazettába helyezzük, melyen csak a kapcsolók, műszerek, mérőpontok maradnak kívül. Ha lehetséges, ezeket is szigetelőanyagból kell elkészíteni, illetve szigetelő anyagból készült dobozba helyezve csatlakoztatni. A kazetta csak áram-

talanított állapotban nyitható ki. Ekkor is ajánlatos azonban az óvatosság, különösen olyan modellek esetében, melyekbe kondenzátort építettünk be; ez a modell áramtalanítása után is feltöltött állapotban maradhat. Ilyen helyen is indokolt a feltűnő szín alkalmazása.

A munkabiztonság igényéből eredő követelmények között meg kell végül említeni a szabatos kezelési utasítást, melyet a modell munkalapja tartalmaz. Tudatában kell lennünk természetesen, hogy a legszabatosabb kezelési utasítás is csak abban az esetben garantálja a kezelő biztonságát, ha azt maga a modell kezelője, a modellel való munka közben tiszteletben tartja.

g) Szín- és formatervezés

A modellel szemben az esztétikum igényét is támasztjuk: külső megformálásában, színében, a mérőműszerek, kapcsolók és egyéb szerelvények elhelyezésében esztétikailag vonzónak, látványos kivitelezésűnek, kifejezőnek kell lennie. Mégis, különösen ezen a ponton kell érvényesülnie az egyszerűség, ésszerűség, gazdaságosság követelményeinek. A modell kivitele ugyanis akkor jó, ha színére, formájára úgyszólván fel sem figyelünk.

Felesleges a modellt külsejében is a modellezett objektumhoz hasonlóvá tenni - nem a külső jegyeket, hanem a belső szerkezetet, a működés folyamatát, esetleg a folyamat egy-egy szakaszát kívánjuk általa hozzáférhetővé tenni.

A méretekről is ezen a helyen kell beszélnünk: a modellnek elég nagyoknak kell lennie ahhoz, hogy a bemutatni kívánt folyamatot, jelenséget minden tanulónk könnyedén figyelemmel tudja kísélni, de nem szabad túlméretezettnek sem lennie, mert ezáltal nehezen kezelhetővé, még nehezebben mozgathatóvá válik. Sémamodellek esetében használhatóbbak - és esztétikailag is vonzóbbak - a táblák helyett a színes diapozitívek, melyek ma már nappali világításnál is vetíthetők, akár a diavetítővel egybeépített képernyő (az utóbbi évek tanszerkiállításain diplomata irattáskába épített vetítő-képernyő kombinációkkal is találkozhattunk), akár speciális vetítővászon igénybevételével.

A modellekkel, mint oktatási eszközökkel szemben támasztott igények közül a didaktikai-módszertaniak az elsődlegesek. A műszaki követelmények funkciója az, hogy a didaktikai célkitűzésekhez alkalmazkodva és azoknak alávetve biztosítsák a modellek készítésének és alkalmazásának technikai feltételeit. Nem szabad ugyanis megfeledkeznünk egy pillanatig sem arról, hogy a modellkészítés csak eszköz, mely közelebb vihet bennünket a célhoz: az oktatás hatékonnyabbá tételéhez.

Jegyzetek:

- 1) - Stoff, V.A.: Gnoszeologicseszkie funkcii modeli - Voproszi filozsofii, 1961/12.
- 2) - Gluskov, V.M.: Gnoszeologicseszkaja priroda informacionnogo modelirovaniija - Voproszi filozsofii, 1963/10.

- 3) - Hinde, R.A.: Models and concept of drive, Moša Pijade Munkásegyletem dokumentumgyűjteménye, Zágráb
- 4) - Novik, I.B.: Gnoszeologicseskaja karakterisztika kiberneticseszkih modelej, Voproszi filozsofii 1963/8.
- 5) - Bojko, E.I.: Mozset li masina muszlit'? - Voproszi filozsofii, 1965/1.
- 6) - Itel'szon, L.B.: Matematikai és kibernetikai módszerek a pedagógiában, Budapest, 1969. - 241. oldal
- 7) - Talüzina, N.F.: Értelmi tevékenység szakaszos alakításának elmélete, 1967. Országos Pedagógiai Könyvtár dokumentumgyűjteménye
- 8) - Itel'szon, L.B.: I.m. 115. oldal
- 9) - Dúró, L.: Az életkori sajátosságok figyelembevételének néhány neveléslélektani problémája - a Pszichológiai tanulmányok X. kötetéből, Budapest, 1967.
- 10) - Dúró, L.: I.m. Kairovot idézve
- 11) - Dúró, L.: I.m. - 355. oldal
- 12) - Beszpalko, V.P.: Információpszichológia és didaktika, Budapest, 1968. - 56. oldal
- 13) - Landa, L.N.: Kibernetika i pedagogija, Belgrád, 1975.
- 14) - Dési, I.: A titokzatos agy, Budapest, 1968.

III. A MODELLTIPUSOK JELLEMZÉSE

Tekintettel arra, hogy a dolgozat témája a pszichikus jelenségek modellezését az oktatás hatékonyabbá tételével kapcsolatos problémakörre szűkíti le, a modell-típusok feldolgozását - leírását és osztályozását is - ez a szempont determinálja. Nem lesz tehát itt szó a modellről mint módszerről, ehelyett a modell mint tanítási eszköz képezi a vizsgálat tárgyát. Az ilyen értelemben használt modellel szemben az az alapvető igény, hogy adekvát módon tükrözze a valóságot (tárgyat vagy jelenséget), egyszerűsített formában tartalmazva a tárgy vagy jelenség szerkezetének, működésének illetve viselkedésének lényeges vonásait. És amint a konstruálást is annak a célnak kell alávetni, amire a modellt használni akarjuk, ugyanígy a klasszifikálást is elsősorban a pedagógiai felhasználás (felhasználhatóság) szempontjait határozzák meg.¹⁾

1. A felosztás szempontjai

Abból a tényből kiindulva, hogy a modellek (elsősorban az imént ismertetett értelemben vett modellek) alkalmazása dinamikusan változik, bármilyen klasszifikálás csak ideig-óráig tartó, és - a felosztás szempontjától függően - csak részleges lehet.

A nagyszámú lehetőség közül a modellek klaszszifikálását három szempont szerint végeztük:

- a) az absztrakció foka,
- b) a modellezett tárgy vagy folyamat jellege,
- c) a modell működése szerint.

a) A modell használhatóságának alapja az analógia alkalmazásának lehetősége. Mint ilyen, a modell minden esetben a valóság bizonyos fokú absztrakciója. Jellemzője nem az azonosság, hanem a hasonlóság, melyben az érzékleti és logikai elemek specifikusan ötvöződnek. (A modellek egyik erénye éppen az, hogy megkönnyítik az átmenetet az érzéki és a logikai megismerés között.)

Az absztrakció fokától függően a modelleket három csoportra oszthatjuk:

- tárgyi (műszaki modellek,
- sémamodellek,
- képzeleti (gondolati) modellek.

Tekintettel arra, hogy az absztrakció foka a modell pedagógiai alkalmazásában eleve meghatározó feltétel, szükségesnek látszik a felsorolt csoportok további lebontása.

Tárgyi (műszaki) modellek

Gyakorlati (anyagi) szerkezetek, a vizsgált objektum vagy jelenség lényeges elemeinek szemléltethető for-

mában való reprodukálására, mely lehetőséget nyújt az illető rendszer egyes tulajdonságainak (folyamatainak) szemléltetésére, megkönnyítve, meggyorsítva az (iskolai) ismeret-elsajátítást.

A tárgyi modellek az eredetihez hasonló külső jelleggel rendelkező, szemléletes, gyakran a fizikai analógián alapuló oktatási segédeszközök. Az eredetinek lényeges szerkezeti és működési jellegzetességeit tükrözik, az eredetnél világosabban és áttekinthetőbben. Minél tökéletesebb a modell, annál hívebb az említett tükrözés, de ettől függetlenül, mégis csak approximáció marad: az eredetivel nem azonosítható. Éppen ezáltal leheti lehetővé (az analógia alkalmazása útján) a tárgyak, jelenségek, folyamatok belső összefüggéseinek a külső szemlélet által való feltárását.

A modell mechanizmusát tekintve a tárgyi modellek csoportja tovább bontható:

A dinamikus modelleket gyakran mechanikai modelleknek is nevezik, mivel általában mechanikai, elektromágneses, újabban (és mind tömegesebben) elektronikai elven működnek.

Működésük lényege az, hogy a bevezetett jelzések megfelelő mechanikus, elektromágneses, vagy elektronikus átvitel útján adekvát reakciót váltanak ki. Hogy a modell használható legyen, úgy kell megépíteni, hogy mind a bevezetett jelzés, mind a kiváltott reakció azonosítható

(vagy még inkább: analógikus) legyen a megfelelő ingerrel, illetve a modellezett pszichikus folyamattal, strukturával, jelenséggel, így - az azonosságot az előzőekben ismertetett fenntartással értelmezve - alapot nyújtson az analógia alkalmazására.

A működés- és viselkedésmodellek többsége ebbe a csoportba sorolható.

A statikus modellek három (ritkábban két) dimenziós modellek, melyek az oktatás folyamán az előadás igényei szerint bonthatók szét vagy állíthatók össze.

A gipszből, fából, fémből, újabban műanyagokból készített háromdimenziós modellek régóta használt szemléltető eszközök. Főleg a természettudományok oktatásában használják őket, a pszichológiában is elsősorban a fiziológiával kapcsolatos tananyagrészek feldolgozásánál kezdték őket alkalmazni. (Jugoszlávia-szerre használatban vannak például a magyar gyártmányú, műanyagból készült agymodellek.) Nem vitás, hogy alkalmazásuk lehetősége nem merül ki a fiziológiai-anatómiai vonatkozású iskolai ismeretanyag feldolgozásával.

Ebbe a csoportba legnagyobb részt szerkezeti modellek tartoznak.

b) Sémamodellek

A séma: közvetítő a tárgy vagy jelenség (illetve annak képe) és a szimbólum (szóbeli, matematikai, kiber-

netikai szimbólum) között. A sematizálás tehát megkönnyíti a jelenség értelmezését, bevezeti a jelképek alakjában történő bemutatását, illetőleg behelyettesítését a szimbólumok rendszerébe.

A két dimenziós sémamodellek átmenetet képeznek a tárgyi és a képzeleti modellek között. Jellemző rájuk (a tárgyi modellekhez viszonyítva) az absztrakció magasabb foka, éppen ezért alkalmazásuk a gondolkodási műveletek magasabb fejlettségi szintjéhez kötött.

A pedagógiai gyakorlatban statikus vagy kiegészíthető változatban találkozunk velük. A kiegészíthető modellek különösen alkalmasak arra, hogy a valósághoz való hasonlóságot az oktatás igényeinek megfelelően növeljük vagy csökkentjük. Készíthetők flanellográf-szerűen, mágneses (elektromágneses) vagy elektromos megoldással.

A flanellográfhoz a modell részeit kartonpapírból készítjük el, hátuljára durva dörzspapírt ragasztunk. A dörzspapír a kifeszített flaneltábla bolyhaihoz tapad, így a modell a montázselemekből könnyen összeállítható.

A mágneses megoldás a flanellográfnál több lehetőséget nyújt. Kétféle képpen készíthető. Az egyik megoldás: vaslemezről, melyhet hozzátapad a modellrészletek hátuljára rögzített permanens mágnes. A másik lehetőség: ha a táblát vékony farost- vagy műanyaglemezből készítjük, erre a modell konturjai ráfesthetők. Azokra a helyekre, ahol a montázsrészeket rögzíteni akarjuk, a hátsó oldalra mágnest helyezünk.

A montázsrészeket vaslemezről vágjuk ki és illesztjük a kívánt helyre, ahol azok a mágnes felett megtapadnak.

A kombinatív lehetőségek fokozására kettős mágnesezésű modell is készíthető: a tábla és a montázsrészek megfelelő polarizálásával beprogramozott mágneses montázsmodell is készíthető.

Még nagyobb a variációlehetőség, ha a permanens mágnes helyett elektromágnest alkalmazunk; így az áramkörök számával arányos számú funkciót programozhatunk be a modellbe (például a teljes kérgi lokalizációt). Tekintve, hogy a montázselemek csak a meghatározott helyen tapadnak meg (amelynek elektromágnesa a programnak megfelelően feszültség alatt áll), az egyúttal a válasz helyességének visszajelentése is - a téves helyre felrakott elem leesik.

Az elektromos montázsmodell a mágnesestől csak a visszajelentés többoldalú lehetőségében különbözik: a visszajelentés vizuális (kontrollégő) vagy auditív (csengő) úton is történhet. A sémamodellek tartalmilag legtöbbször szerkezetmodellek.

c) Képzeleti modellek²⁾

Valamely tanulmányozott rendszer - vagy egyes részleteinek - képzeleti kifejezése, melyet más, már ismert jelrendszer felhasználásával vezetünk le. Egyes szerzők a

modellek e csoportjának megjelölésére a gondolati modell elnevezést használják. Tekintettel arra, hogy alkalmazásának előfeltétele az elemi gondolkodási műveletek - analízis, szintézis, absztrahálás, generalizálás - magas szintű egybehangoltsága, ezazaz elnevezés sem indokolatlan.

Bonyolult valódi helyzetek képzeleti modellekkel való leírása a természettudományokban régóta ismert eljárás. Ezek jelekből konstruált modellek - függetlenül attól, hogy papírra írt vonalak, hangok, elektromos impulzusok vagy valami más képezi-e ezeket a jeleket - bennük a tárgyak, jelenségek, folyamatok lényeges tulajdonságai és specifikumai a legelvontabb formában tükröződnek. Ebből következik, hogy a képzeleti modellnek nincs fizikai hasonlósága a modellezett objektummal; az analógia nem fizikai, hanem elméleti hasonlóságra épül.

A képzeleti modell kritériumai: eléggé általánosnak, ellenőrizhetőnek, a pszichológiai vagy pedagógiai elméletben elfogadott és használt terminusokkal értelmezhetőnek kell lennie.

A tárgyi modellekhez hasonlóan a képzeleti modelleket is további csoportokra lehet bontani:

A szimbólikus modellek tulajdonképpen jelrendszerek: speciális jelzésekből (szimbólumokból) felépített modellek, melyekben a szimbólumok szigorúan meghatározott jelentéstartalommal bírnak. Ez a jelentés minden egyes modell esetében más is lehet; ugyanaz a szimbólum két külön-

böző modell esetében különböző jelentéstartalmat hordozhat.

A matematikai modellek³⁾ közé sorolható bármely szerkezet, amely:

- formális jellegű (valamely előre megadott jelek összegéből képezzük),
- ezek a jelek valamilyen rendszerbe tartoznak, melyre az adott rendszer szabályai érvényesek,
- az adott rendszerben egybehangoltan szereplő jelek mint a viszonyulások és változások megoldásai interpretálhatóak.

A kibernetika számára a struktúra úgyszólván érdektelen; csak az irányítás (vezérlés) és szabályozás kérdéseivel foglalkozik (irányító illetve visszacsatoló dinamika). Eppen ezért: a kibernetikai modellek tárgya az egyes rendszerek közötti, vagy az egy rendszeren belüli elemek egymás közötti funkcionális kapcsolatai, optimalizálva az irányító funkciókat. A kibernetikai modelleknél a szerkezeti analógia helyébe a funkcionális analógia lép.

b) Ha a felosztás szempontjából a modellezett tárgy vagy folyamat jellegét vesszük, szintén három csoportot kapunk: szerkezet-, működés- és viselkedésmodelleket.

Szerkezetmodellek

Ezt a csoportot azok a modellek képezik, melyek a pszichikus jelenségeknek vagy folyamatok egy-egy szakaszának belső strukturáját tárják fel - például a 6. számú

modell, mely az érzőközpontok agykérgi lokalizációját szemlélteti. A szerkezetmodellek szinte kivétel nélkül statikusak - a vizsgált jelenséget mintegy kimerevítve szemléltetik.

Működésmodellek

Szó volt már arról, hogy egy modell sem tartalmazza (nem tartalmazhatja) a modellezett folyamat, jelenség minden részletét; a működésmodellekben a vizsgált szerkezet működését szemléltetjük. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a modelleknek ennél a csoportjánál nem szükséges a külső, fizikai hasonlóságra törekedni: nem a részletek, hanem a működés lényeges elemeinek a kiemelése a fontos.

Viselkedésmodellek

Azokat a modelleket soroljuk ebbe a csoportba, melyek a pszichikus folyamatok lefolyásának egyes szakaszait vagy egészét szemléltetik, anélkül, hogy betekintést nyujtanának, milyen belső mechanizmusok idézik azt elő. A tanulók tehát csak a "bemenő" jelzést (inger) és a meghatározott számú, erősségű, minőségű jelzés által kiváltott reakciót érzékelik, de a folyamat belső strukturájára, működésére nézve a modell nem nyújt számukra semmilyen információt (rezultatív modellek).

c) A modell működése szerinti felosztás esetében két csoportot: analóg és digitális modelleket kapunk.

Analóg modellek

Olyan folyamatokat szemléltető modellek, melyeknél a kiváltott reakció a jelzéssel arányos. A működésmodellek általában analóg modellek. Ilyen például az 1. számú modell, mely az idegsejt működését szemlélteti: az erősebb inger (töményebb sóoldat) gyorsabb impulzusváltást eredményez, és fordítva.

Digitális modellek

Azokat a modelleket soroljuk ebbe a csoportba, melyeknél a válaszreakció erőssége nem függ a bevezetett jelzés erősségétől. A jelzés csak meghatározott szinten vált ki reakciót, melynek erőssége, gyorsasága a jelzéstől (annak erősségétől) független. A jelzés tehát csak mint a reakciót kiváltó (vagy ki nem váltó) impulzus szerepel: míg a szükséges szintet el nem éri, nem vált ki reakciót, ha viszont ezt a szintet meghaladta - függetlenül, hogy mennyire erősödik fel, a reakció változatlan.

Az elmondottakhoz hozzá kell fűzni, hogy a modellek ilyen természetű felosztása inkább csak elméleti értékű. Gyakorlatilag ugyanis általában kombinált modelltipusokkal találkozhatunk, tehát a besorolás aszerint történhet, hogy a szóban forgó modell nagyobbrészt milyen jellegű.

A felosztás mégsem öncélú: a megismerési folyamatba - a valóság és az elmélet relációjában szemlélve - a modellek különböző típusai más-más szinten kapcsolódhatnak

be. Az objektív valóságot legközvetlenebbül tükröző tárgyi, majd a kezdeti absztrahálás termékének tekinthető sémamodellek megelőzik a pedagógiai alkalmazása kronológiájában az absztrakció legmagasabb szintjét jelentő képzeleti modelleket. Ilyen vonatkozásban szemlélve, a klasszifikálás már a dolgozat következő fejezete felé mutat.

2. Az elkészített modellek bemutatása

Ahhoz, hogy a dolgozat több legyen, mint spekulatív, elméleti fejtegetés, ki kell egészíteni néhány elkészített (és a gyakorlatban is kipróbált) modell bemutatásával. Ezeket igyekeztünk úgy összeválogatni, hogy közöttük minél több modelltypus képviselve legyen. A modellek műszaki kidolgozását Szöllősy Vágó Csaba szegedi műszerész végezte.

A modellek konstruálásánál arra törekedtünk, hogy - ahol csak erre lehetőség volt - a kereskedelmi forgalomban lévő alkatrészeket használjuk fel, és csak ahol erre nem volt mód (illetve ahol ez túl költséges lett volna), készítettük házilag a modell igényeinek megfelelő alkatrészt.

1. számú modell

Elektromechanikus modell az idegsejt működésének ismertetésére.

A modellezett jelenség: Az idegsejt az idegrendszer működési egysége. Részei a sejttest, a sejtmag, a dend-

ritek, a neurit, a myelinhüvely és a végfácska.

Az idegsejt feladata az ingerület továbbítása. (Az ingerület az idegrendszerben az inger hatására bekövetkező változás.) Hogy milyen minimális erősségű ingerre reagálunk, azt a szervezet ingerküszöbe szabja meg.

Az idegsejt külső és belső része között - ha a sejt nyugalomban van is - feszültségkülönbség van; ezt nyugalmi potenciálnak nevezzük.

Ha az inger nem éri el az ingerküszöböt, nem jön létre ingerület. Megfelelően erős ingert alkalmazva, az idegsejten elektromos hullám, az úgynevezett akcióspotenciál fut végig.

Egy inger egyetlen ingerületet kelt. Az ingerület erősség (ha az inger túllépte az ingerküszöböt) független az inger erősségétől. Hogy azonban meg tudjuk különböztetni az inger erősségét, az idegrost végkészüléke a folyamatos ingert szakaszosra bontja fel és így továbbítja. Minél erősebb az inger, annál gyakrabban futnak végig az ingerületi impulzusok az idegroston.

Az idegrostnak az éppen ingerületben lévő része a nyugalomban lévőhöz képest átmenetileg negatív lesz. Az impulzusok mindig csak egy irányban futnak - afferens ideg esetében az idegsejt végfácskája felől az idegsejt teste felé.

A modell műszaki leírása: A modellt a 4. számú modellel közös kazettában helyeztük el, melynek plexi előlapja mögött az idegsejt sematikus rajza látható. Tápegysége egy hálózati transzformátor. Az erről elvezetett áramot a $K_a - K_b - K_c - K_d$ (szinkronizáltan működő) kapcsolórendszer irányítja a kívánt modellre.

A transzformátor 6 V kivezetéséről az elektromotoron keresztül, a vele párhuzamosan kapcsolt izzón, a novál-foglalatba csatlakoztatott tálacskában lévő folyadékon és az egyenirányító diódán át zárul az 1. áramkör. A 2. áramkör szintén az alacsonyfeszültségű tekercs egyik kivezetéséről indul, a forgókapcsolón és a pillanatnyilag bekapcsolt izzón keresztül vezeti vissza az áramot a transzformátor másik kivezetőjére.

A modell üzemeltetése: Az előzőleg kipróbált modellt hálózatra kapcsoljuk. Az 1. számú kapcsoló segítségével az 1. számú modellre irányítjuk. Noha látszólag semmi sem történt, a sejttest falában illetve a sejtmagban lévő mérőpontba kontrollégőt vagy mérőműszert csatlakoztatva, áram jelenléte mutatható ki (nyugalmi potenciál).

A novál-foglalatba helyezzük a két-elektródás tálacskát (mely az ízlelőbimbót személyesíti meg), majd pipettával desztillált vizet csepegtetünk bele. A desztillált víz íztelen (a tanulók is meggyőződhetnek róla), tehát ízérzékletet nem kelt. A modell üzemelése szempontjából azonban sokkal fontosabb, hogy nem elektromos vezető, így nem

zárja az áramkört, tehát ingerületi hullám nem alakulhat ki. Tömény sóoldat hozzáadásával a folyadékot vezetővé tesszük (az oldat sós ízű!). Az "ingerkűszöb" átlépése után a sejttest izzója (I_7) kigyullad, ugyanakkor a tengelyfonalon elhelyezett hat szuffitaizzó (I_1 - I_6) szabályos időközökben, sorozatosan gyullad, illetve alszik ki. A sóoldat töménységének fokozásával (erősebb ingerület) a két elektróda közötti folyadék vezetőképessége javul, ami a forgókapcsolót üzemeltető elektromotor fordulatszámát emeli, így az impulzusok gyorsabban futnak végig a tengelyfonalon.

A tengelyfonalon nyitott mérőpontokba kontroll-égőt vagy mérőműszert csatlakoztatva, kimutatható, hogy a tengelyfonalnak azon a részén, melyen az ingerület éppen áthalad, a nyugalomban lévőhöz viszonyítva átmenetileg feszültségkülönbség lép fel.

Használat után a modellt áramtalanítjuk, a tálcskát eltávolítjuk és az elektródákat erősebb szőrű ecsettel, bő vízben lemossuk, nehogy az esetleg kicsapódó só a következő demonstráció sikerét megzavarja.

2. Számú modell

Elektromechanikus modell a feltételes reflex és a külső gátlás kialakulásának bemutatására

A modellezett jelenség: A jelenség, melynek modellezésére vállalkoztunk, tulajdonképpen Pavlov közismert kutyakisérletének mechanizált bemutatása.

A kutyára két inger hat egyidőben: az étel, ami feltétlen reflexet vált ki (nyál) és a csengőszó, mely semleges inger lévén, önmagában nem váltana ki válaszreakciót. Az agykéregben két serkentési góc keletkezik. A nyáleválasztási központ és a hallás központja között a serkentések gyakori egybeesése révén időleges kapcsolat jön létre, melynek eredményeként a semleges inger (a csengő hangja) az ételhez hasonló reakciót vált ki: a csengőszó hallatán megindul a kutya nyálkiválasztása.

Ha a csengő hangját követően (amikor a nyálkiválasztás megindul) berregő szólal meg, a feltételes reflex legátlódik, tehát a nyálkiválasztás megszakad. Az új ingerhatás (a berregő hangja) a kéregben új serkentési gócot hozott létre, melynek következtében a kéreg többi részén gátlás keletkezik, s ez a gátlás irradiál, megszakítva ezáltal az időleges idegkapcsolatot.

A modell műszaki leírása: A modellt műanyag kazettában helyeztük el, melynek plexi előlapja mögött sematikus kutyafej sziluettje látható, az agyvelő keresztmetszeti képével, ezen zseblámpaízzók jelzik a szaglási, hallási és nyáleválasztási központokat. A nyálmirígy is jelölve van a képen, belőle vékony fémcsövecske vezet a modellen kívülre.

A modell tápegysége egy beépített csengőtranszformátor, mely a 220 V hálózati áramot 3 V feszültségre redukálja.

A csuklós karral működtethető K_3 kapcsoló a szaglási és a nyálelválasztási központ izzóit gyújtja és a K_5 kapcsoló útján aktivizálja a folyadéktartály elektromágnesét.

A K_2 kapcsoló (három áramkörös) a berregő és a hallási központ izzójának bekapcsolásával egyidejűleg megszakítja a tűszelep elektromágnesének és a nyálelválasztó központ izzójának áramkörét.

A K_1 kapcsoló - ha a K_4 kapcsoló nyugalmi helyzetben van - a csengőt és a hallási központ izzóját üzemelteti. Ha a kapcsolókulccsal átállítjuk a K_4 kapcsolót, a folyadéktartály tűszelepét működtető elektromágnes áramkörét a K_1 kapcsolóhoz csatoljuk.

Az áramtalanítást a K_6 kapcsolóval végezzük.

A modell üzemeltetése: Üzemeltetés előtt a modellt elő kell készíteni - pipettával feltöltjük a folyadéktartályt desztillált vízzel (mintegy 10 ccm), majd kipróbáljuk. A kipróbált modellt hálózatra kapcsoljuk, a csövecske vége alá üvegtálat helyezünk. Megnyomjuk az egyes számú kapcsológombot: megszólal a csengő és kigyullad a hallási központ izzója (a kutya regisztrálta az ingert).

A csuklós karra helyezzük az ólomból kiöntött, kasirozott "kutyaeledelt", ezzel kapcsoltuk a szaglási és a nyálelválasztási központ izzóját és a folyadéktartály elektromágnesét; ez behúzza a tűszelepet, minek következtében a csövecskéből csepegni kezd a folyadék (az étel szagára

a kutyanál megindul a nyálkiválasztás).

Miután a két manipulációt többször elismételtük, a megfelelő nyílásban elhelyezzük a fémnyilat, úgy, hogy csúcsával a nyálelválasztási központ izzója felé álljon (a két inger gyakori egybeesése révén új idegkapcsolat alakult ki). Ezáltal a csengő áramkörét összekapcsoltuk a tűszelep elektromágnesének áramkörével. Ha most nyomjuk meg a csengő gombját (1. számú kapcsológomb), kigyullad a hallási és nyálelválasztási központ izzója, az elektromágnes behúzza a folyadéktartály tűszelepét - a csövecskéből csepegni kezd a folyadék (a feltételes inger nyálkiválasztást eredményezett).

A berregőt bekapcsolva (2. számú nyomógomb) megszakítunk minden áramkört - a nyálkiválasztási központ izzója kialszik, a tűszelep lezárul, a folyadék csepegése megszakad (a zavaró inger által létrehozott gátlás megszakította az időleges idegkapcsolatot).

Üzemeltetés után a folyadéktartályt a csuklós kar lenyomásával kiürítjük, a modellt áramtalanítjuk és csak ezután kapcsoljuk ki a hálózatról.

3. számú modell

Elektromechanikus modell az érzékeléssel kapcsolatos jelenségek bemutatására.

A modellezett jelenségek: A modell az érzékeléssel kapcsolatos jelenségek demonstrálására alkalmas:

az alsó, felső és különbségi küszöb fogalmának tisztázása mellett néhány törvényszerűséget is tudatosítunk. Ilyen például annak rögzítése, hogy az erősebb inger erősebb ingerületet kelt, hogy minden receptor az adekvát inger felvételére alkalmas, hogy az idegműködés bioelektromosságon alapul.

Az alsó és a felső ingerküszöb fogalmának kialakítását a hangfrekvencia emelésével illetve csökkentésével, a különbségi küszöbét a sóoldat töménységének változtatásával tesszük szemléletessé. Ugyancsak a sóoldat töménységének emelésével szemléltetjük az erősebb inger - erősebb ingerület párhuzamát. A receptoroknak az adekvát inger felvételére való alkalmasságát a bőrérzékelésen (hideg, meleg, tapintás) szemléltetjük.

A modell műszaki leírása: A modellt műanyag kazettában helyeztük el. Plexi előlapja mögött az emberi agy sematikus képe van, rajta a hallás, ízlelés, bőrérzékelés (hideg, meleg, tapintás) központjainak megfelelő izzókkal. Az agyséma mellett galvanométert helyeztünk el, alatta kapott helyet a novál-foglalat, a szerelvények becsatlakoztatására.

A modell több önálló egységből áll: a tápegység egy csengőtranszformátor, mely a K_1 két áramkörös, kétirányú kapcsolón, a G galvanométeren és egy szelén-egyenirányítón keresztül a modell áramellátását végzi. Ide sorolható még - külön szerelvényként - egy 9 V grafitcellás elem is.

Az elosztó egység a noval-foglalat megfelelő (a rajzon -tól 9-ig számozott) csatlakozásain és a három, külön-külön csatlakoztatható szerelvényen keresztül a fogyasztók kapcsolását, illetve áramellátását végzi.

A hangfrekvencia-egység P 13 tranzisztorra felépített rezgéskeltő, a visszacsatolás elvén működik. A visszacsatolás a kettős primértekercsű kimenő transzformátorról, egy 2 mikrofarrádos kondenzátoron és a 4,7 K potencióméteren keresztül történik, a tranzisztor bázisára. Behangolását a 10 K trimmer potencióméter ellenállásának kívánt beállítással végezzük.

Fogyasztók: 5 darab, egyenként 3 V, 0,2 A teljesítményű izzó.

A csengőtranszformátor egyik alacsony feszültségű kivezetése a noval-foglalat középső (testelt) csatlakozójára, 5 V kivezetése a K_1 kapcsoló nyugalmi állásában az egyenirányítón és a galvanométeren át a fogyasztók közötti kivezetőjére, illetve a fogyasztón át a noval-foglalat megfelelő érintkezőjén és az oda becsatlakoztatott szerelvényen keresztül a testelt érintkezőre zárja az áramkört. A K_1 kapcsoló bekapcsolásával az egyenirányítót iktatjuk ki.

A modell üzemeltetése: A modell segítségével több, az előző részben leírt jelenség szemléltethető.

- Alsó és felső ingerküszöb

A hálózatra kapcsolt modell noval-foglalatába a 9 V grafitcellás elemet kapcsoljuk be. Mély, bűgő, ala-

csony frekvenciájú - 40 Hz rezgésszámú - hangot hallunk. A rezgésszámot a potencióméter gombjának elfordításával emeljük. 370 Hz rezgésszámnál kigyullad a hallási központ égője, ugyanakkor bekapcsol a galvanométer is: elértük a modell alsó hallási ingerküszöbét. Tovább emelve a rezgésszámot, 2.000 Hz-nél a galvanométer mutatója 0-ra esik, a hallási központ izzója is kialszik, ami azt jelenti, hogy átléptük a modell felső hallási ingerküszöbét.

Mivel itt az inger erőssége változatlan, csak a rezgésszám változott, a különbségi küszöb fogalmának tisztázásáért más módot kell találni.

- Különbségi küszöb

A noval-foglalatba a grafitcellás elem helyébe a két elektródás tálacskát (az 1. számú modellnél ismertetett "ízlelőbimbót") kapcsoljuk. Pipettával 1 ccm desztillált vizet töltünk a tálacskába. A desztillált víz íztelen, nem kelt ingerületet (mivel nem is elektromos vezető). Cseppenként koncentrált sóoldatot adagolva hozzá, elérjük a megfelelő töménységet, amikor mind a galvanométer, mind az ízlelés kérgi központjába helyezett izzó bekapcsol. A különbségi küszöb szemléltetéséhez a tálacskába (közvetlenül az elektródákra) 3-4 csepp koncentrált sóoldatot kell juttatni egyidőben - ekkor konstatálható a galvanométer mutatójának kilengése és a kérgi központ izzója fényének felerősödése.

- Minden receptor az adekvát inger felvételére alkalmas

A novál-foglalatba a 3 x 2 bimetall érintkezővel kidolgozott csatlakozót kapcsoljuk. (A bimetall - ikerfém - két különböző hőtágulású fémből összehegesztett szalag, amely melegítéskor a kisebb, hűtéskor a nagyobb hőtágulású felé hajlik, ezért önműködő ki- és bekapcsolóként használható.) Az érintkezők közül az egyik szélső a hidegre, másik a melegre, a középső pedig a tapintásra érzékeny.

A középső érintkezőpár érintését a modell tapintási központjának izzója és a galvanométer regisztrálja. Ha a baloldali érintkezőpárra étert csepegtetünk, vagy szárazjégpasztillát helyezünk, a lehülés olyan mértékű lesz, hogy bekapcsolja a hidegérzékelés kérgi központjának izzóját és a galvanométert. A jobboldali ikerfém-érintkezőhöz égő cigarettát vagy nyílt lángot közelítve, a megfelelő kérgi központ és a galvanométer meleg ingert jelez.

Ha az ingereket felcseréljük (a hideg érzékelőre lánggal, vagy a melegre éterral hatunk), a modell néma marad.

Használat után a szerelvényeket eltávolítjuk és a modellt a hálózathoz kikapcsoljuk.

Meg kell jegyeznünk, hogy a rezgéskeltőhöz mindig kifogástalan elemet kell használni, mert kimerült elemmel a modell egyáltalán nem, vagy nem megfelelően működik.

4. számú modell

Elektromechanikus modell a temperamentum négy klasszikus típusának bemutatására

A modellezett jelenség: A temperamentum mint személyiségtulajdonság, az emocionális reagálás gyorsaságában és erősségében nyilvánul meg. A szocializálódás enyhíti ugyan valamelyest ezt a külső megnyilvánulást, de a temperamentum-típus alapvető jellege változatlan marad. A modellezés alapjául a temperamentum négy klasszikus típusának - a kolerikus, szangvinikus, melankólikus és flegmatikus reagálásnak a megnyilvánulása szolgál.

A modell műszaki leírása: A modellt az 1. számú modellel közös kazettában helyeztük el. Azzal közös tápegysége egy hálózati transzformátor. Ennek elvezetett áramát a $K_a - K_b - K_c - K_d$ szinkronizáltan működő kapcsolórendszer irányítja a megfelelő modellre.

Az 1. áramkör a hálózati transzformátor 6 V kivezetéséről a motoron és a K_b kapcsolón, továbbá az egyenirányító diódán át zárul a másik kivezetésre.

A hálózati transzformátor 6 V kivezetéséről az I_8 izzón, az FK forgókapcsolón és a K_d kapcsolón át zárul a 2. áramkör.

A 3. áramkör a transzformátor 250 V kivezetéséről az egyenirányító diódán át a $K_1 - K_4$ kapcsolók állásának megfelelően kapcsolt elektrolitikus kondenzátor pozitív

pólusára vezet és a negatív pólusról a transzformátorra visszavezetve zárja az áramkört.

Az előző áramkör által feltöltött kondenzátor kisütését a 4. áramkör végzi. Ez az áramkör a kondenzátor negatív pólusáról a galvanométeren, az FK_3 fogókapcsolón, a K_5 kapcsoló állásától függően tengelyfordulatonként egy vagy két kisülést hoz létre a K_1 - K_4 kapcsolók állásának megfelelő kondenzátoron. A kisüléssel együtt kilendül a galvanométer mutatója is. A kilengést rögzítő lengőbetét a kilengés erősségének utólagos leolvashatóságát biztosítja. A GL ködfénylámpa a kapcsoló állásának megfelelően a töltés alatt álló kondenzátorral párhuzamosan működik és a feltöltöttséget jelzi.

A modell üzemeltetése: A hálózatra kapcsolt modellre az 1. számú kapcsolóval irányítjuk az áramot. A forgókapcsolót a megfelelő temperamentum-típusra állítjuk. A beérkező ingereket az I_8 izzó felvillanásai jelzik, a ködfénylámpa hunyorgása a feltöltöttséget (emocionális feszültséget) mutatja.

Attól függően, hogy a forgókapcsolótmelyik temperamentum-típusra állítottuk, három illetve hat impulzusonként következik be a kisülés a 2×30 vagy a 2×50 mikrofarrados kondenzátoron. A szangvinikus és a kolerikus típus esetében 3 impulzus után következik be a kondenzátor kisülése; előbbinél a 2×30 , utóbbinál a 2×50 mikrofarrados kondenzátor sül ki, megfelelő hang és fényhatás kíséretében.

A galvanométer lengőbetétje, mely a műszer mutatójának a nyugalmi helyzetbe való visszatérése után is a kilendülés helyen marad, az illető tipushoz tartozó egyén érzelmi reakciójának erejét érzékelteti. A melankólikus és a felegmatikus típusnál a kisülés csak 6 impulzus után következik be, a fent leírt erősségi változatokkal.

Ha a szocializálódott egyén érzelmi reakcióját kívánjuk szemléltetni, a kapcsolókulccsak kikapcsoljuk a kondenzátorok egyik oldalát, és így a kisülés effektusát a felére csökkentjük.

A K_6 kapcsoló bekapcsolásával kiiktatjuk a kondenzátorok kisülését szabályozó áramkört; ekkor a feltöltődés ellenére sem következhet be kisülés.

Használat után a kondenzátorok mindkét oldalát feltétlenül ki kell sütni, mert a feltöltött állapotban maradt kondenzátornak a modellnek a hálózathoz való kikapcsolása után is balesetveszélyes!

5. számú modell

Elektromos montázsmodell a receptív központok kérgi lokalizációjának begyakorlására.

A modellezett jelenség: A modell néhány érző központ (látás, hallás, bőrérzékelés, izlelés, szaglás) agykérgi lokalizációját szemlélteti. A sémát K. M. Bikov szerkesztette fiziológia tankönyvből vettük át.⁴⁾

A modell műszaki leírása: Az alapot az agy műanyaglapra festett sematikus rajza képezi, melynek megfelelő helyén a dugóskapcsolóként kiképzett szerelvények (az érzékszervek sematikus képeivel) dugaszolhatók.

A modell tápegysége egy csengőtrafó, mely a 220 V hálózati áramot 8 V-ra redukálja. A transzformátor egyik kivezetése a csatlakozások egy - állandó - pontjára vezet, innen a megfelelő dugaszkapcsoló által a zöld (ha a dugaszolás a program szerint történt) vagy a piros színű izzón és a vele sorba kapcsolt berregőn (ha a dugaszolás téves) keresztül zárja az áramkört.

Mi a leírt modellnél csak az említett négy kérgi központ lokalizációját jeleztük, de maga az öt pólusú dugaszkapcsoló is jóval nagyobb számú kapcsolásvariációt tesz lehetővé, nem beszélve a több pólusú dugaszkapcsolók alkalmazásának lehetőségéről, amivel akár a teljes érző vagy motoros mező lokalizációja modellezhető.

Üzemeltetés: A modellt hálózatra kapcsoljuk, majd a montázselemeket a megfelelő helyre dugaszoljuk. Ha az elemek elhelyezése a program szerint történt, a zöld égő helyes választ jelez. Téves dugaszolás esetén a berregő és a piros fényű izzó hívja fel a figyelmet a hibára.

6. számú modell

Sémamodell a feltételes reflex és a külső gátlás kialakulásának szemléltetésére.

A modellezett jelenség: Ugyanaz, mint a 2. sz. modell esetében.

Műszaki leírás: A modell falikép vagy diapozitív formájában készíthető el. Ha azonban a pedagógiai szituáció úgy kívánja - a tanulók életkora, az óra szerkezeti felépítése, stb. - akár táblai rajz, vagy írásvetítő útján is bemutatatható.

Alkalmazása: Bemutatva (vetítve) vagy fokozatosan felépítve.

Jegyzetek:

- 1) - Ezzel kapcsolatban lásd: Itel'szon, L.B.: Matematicseszkoje modelirovanie v pszihologii i pedagogike - Voproszi filozsofii, 1965/3.
- 2) - A modellek klasszifikálását aszerint végzik, milyen szempontból szemlélik őket. Mivel nálunk a pszichikus jelenségek modelljeit pedagógiai kategóriaként kezeljük, az egyes megnevezések sajátos jelentéstartalmat fednek: nem azonosíthatók más klasszifikációk azonos elnevezéseivel
- 3) - Az imént említett elhatárolással
- 4) - Bikov, K.M.: Udžbenik fiziologije, Zágráb, 1960.

IV. A MODELL HELYE AZ OKTATÁSI FOLYAMATBAN

Ahhoz, hogy a modellnek az oktatási folyamatban elfoglalt (lehető) helyét és szerepét megközelíthessük, előbb magával az oktatási folyamattal kapcsolatos néhány kérdéssel szükséges - legalább a leglényegesebb sajátosságokat érintve - foglalkoznunk.

Az oktatás - köznapi értelmezésben - valamely ismeretanyag közvetítése, valamilyen információ közlése. Pedagógiai értelemben komplex fogalom, mely magában foglalja mind a tanítást, mind a tanítás által irányított tanulást.¹⁾

Ez a bipoláris jelleg az oktatási folyamat pszichológiai értelmezésében is lényeges elem: a pedagógus munkája (tanítás) és a tanuló tevékenysége (tanulás) egymással szoros kapcsolatban, szerves egységben folyik. Az oktatás folyamatában a pedagógus irányít, de ennek az irányításnak az eredményessége a tanulók öntevékenységet feltételezi.

Ha az oktatási folyamatot a megismerés sajátosan szervezett és irányított formájaként fogjuk fel - mert valójában a megismerés egy formája - a megismerés lenini útját kell követnie: az eleven szemlélettől az elvont gondolkodásig és onnan vissza a gyakorlatig. A dialektikus szemléletmódból következik, hogy a fenti három

elem - az eleven szemlélet, az elvont gondolkodás és a gyakorlat - nem jelent határpontot, nem tagolja ténylegesen szakaszokra a (természeténél fogva egységes) folyamatot; inkább pilléreknek lehet őket tekinteni, melyeken keresztül töretlenül ível az út a megismerés új régiói felé. A könnyebb megközelítés, a világosabb elemzés érdekében mégis külön kell tárgyalnunk a megismerési folyamat ismeretszerzési és alkalmazási szakaszát. Pszichológiai szempontból az egységes út első szakaszában (az eleven szemlélettől az elvont gondolkodásig) az ismeretszerzés, a másodikban (az elvont gondolkodástól a gyakorlatig) az alkalmazási jelleg dominál.

Hiba volna az elmondottakból arra következtetni, hogy az eleven szemlélet és az elvont gondolkodás nem függ össze a gyakorlattal, hogy a gyakorlat a megismerési folyamat második szakaszában jelenik csak meg. Ellenkezőleg - mint arról a továbbiakban még szó lesz - a megismerés egész folyamatának a gyakorlat az alapja, melyből kiindulva és amelyhez (magasabb szinten) visszatér.

Az ismeretszerzés folyamatában megkülönböztethető érzéki és racionális szakasz azt sugallja, hogy - noha az ismeretszerzés az érzéki megismeréssel indul - az észlelés, mint a megismerés forrása, az ismeretszerzésnek csupán első szintje. A megismerés túljut az érzéki határain - az absztrakt gondolkodásban folytatódik - de sohasem szakad el tőle. (Persze, az ismeretszerzés két szintje - éppúgy, mint az egész megismerési folyamat - dialektikus

egységet alkot: át- meg átjárja egymást, egymásba fonódik.)

Az ember az objektív világról első fokon az érzéki megismerés útján szerez ismereteket: az érzéki megismerésben a valóság egyes tárgyai és jelenségei az érzékszervek útján tükröződnek. Az érzéki szakasz központi eleme, az észlelet, nem egyes ingerek, hanem ingerkomplexumok hatására jön létre, létrejöttében általában több érzékszerv vesz részt.

A több forrásból származó és több érzékszerv útján felvett ingerkombináció nemcsak mennyiségileg, hanem - és elsősorban - minőségileg jelent újat: az ingerek felvétele nem úgy történik, hogy külön-külön, vagy egyszerűen összegezve érzékeljük őket, hanem együttesen hatnak és meghatározott egész benyomását keltik. Az észlelet tehát a valóságnak (a valóság tárgyainak és jelenségeinek) mint egésznek a tükröződése. Az így keletkezett élmények korábbi tapasztalatainkkal egészülnek ki; az érzéklet tapasztalati értelmet, jelentést kap - így jelenik meg benne a gyakorlat - olyan képmás tehát, amelynek már megismerő funkciója van.

Jórészt erre a funkcióra épül az iskolai ismeretelsajátítás folyamata, amit (az iskolai ismeretelsajátítást) egyesek úgy defineáltak, mint "irányított észlelés". Szerintük a pedagógus - ha nem is kizárólagos, de fő - feladata úgy megszervezni a tanulók környezetét, hogy a szükséges ismeretanyagot a tanulók számára érzékelhető formában mintegy rendelkezésére bocsássa, amivel feladata lényegében le is zárul.

Az ismeretelsajátítás folyamatának a perceptív befogadásra való leszűkítése, ami a tanuló megismerési spontaneitását feltételezi, az idézett elmélet egyes vitathatatlannul helytálló részletei ellenére is nehezen vagy egyáltalán nem egyeztethető össze sem a megismerés lenini meghatározásával, sem az oktatási folyamat bipoláris jellegével, melynek tengelye a pedagógus és a tanuló szoros kapcsolatban, szerves egységben folyó munkája. Nagyon szegényes ismereteink lennének a bennünket körülvevő világról - és benne önmagunkról is - ha megismerésünk egyetlen forrása az észlelés volna. A tanulás és az emlékezés teszi lehetővé az észlelés útján nyert ismeretek tartós megőrzését, az újabb észleletekkel való összehasonlítást, a hasonlóságok és különbségek megállapítását, a köztük fennálló kapcsolatok és összefüggések feltárását, ami kezdeti szinten a konkrét, később az elvont gondolkodásban válik igazán gyümölcsözővé.

Az oktatási folyamatnak a tanuló teljes személyiségét kell mozgósítania az információk felvételére ahhoz, hogy felkészíthesse őt a nap mint nap ismétlődő problémaszituációk megoldására. (Az információfelvétel - az ismeretelsajátítás - természetesen nemcsak az érzékelés-észlelés-tanulás-emlékezés-gondolkodás pályára épül; a megismerési folyamatok mellett jelentős szerephez jutnak benne a dinamikus folyamatok is: az érzelmek és a motiváció.)

Az érzékelés-észlelés tehát információk felvétele. A felvett információt interpretáljuk - elhelyezzük előző ismereteink rendszerében, logikailag is feldolgozzuk

(fogalomalkotás), de ahhoz, hogy az új ismeret akcióképesé válhasson, tudni kell azt alkalmazni is. Tényleges ismeretelsajátításról csak akkor beszélhetünk, ha a tanuló képes aktívan bánni az ismeretanyaggal: alkalmazni is tudja azt. Csak az alkalmazott ismeret tekinthető tökéletesen elsajátított ismeretnek.

Az ismeretek alkalmazásának folyamatában tárulnak fel a tárgyak és jelenségek korábban észre nem vett lényeges tulajdonságai, de az alkalmazás egyúttal visszahat a gondolkodásban való jártasságra is. Újabb lényeges mozzanat, hogy ezen a szinten forrnak össze szerves egésszé az elsajátított ismeretek a gyakorlati tevékenységgel.

E rövid kitérő után tehát visszajutottunk a kiinduló tézishoz: a megismerés Lenin által megfogalmazott útjához, melyet az ismeretelsajátításnak (az iskolainak is) követnie kell - az eleven szemlélettől az elvont gondolkodásig és onnan vissza a gyakorlatig.

A megismerés folyamatában a gyakorlat nemcsak kiindulópont, forrás és cél, hanem magának a megismerési folyamatnak a mozgató rugója is, de az új ismeretek igazságértékét végső fokon szintén a gyakorlat erősíti meg, illetve - ha a megerősítés elmarad - az ismeretek korrekcióját teszi szükségessé.

Az oktatási folyamatnak tehát adekvát módon kell fejlesztenie a tanulók megfigyelő, emlékező, gondolkodó és cselekvő képességét, miközben az oktatás már átcsap a szélesebb értelemben vett nevelésbe és a tanulók érzelmi,

akarati és erkölcsi tulajdonságainak alakításával személyiségük egészét formálja.

1. A modell alkalmazásával kapcsolatos követelmények

Ha elfogadjuk azt a definíciót, mely szerint az oktatási folyamat "a korszerű műveltség alapvető javainak tanítás és a tanulás együttes tevékenységében történő, huzamosabb ideig tartó, rendszeres feldolgozása"²⁾ ebből az következik, hogy itt nem egy monoton, egysíkú tevékenységről van szó, hanem gazdagon variált akcióról (interakcióról), melyben különböző jellegű didaktikai feladatok váltakoznak: az új ismeretek feldolgozása a már meglévő ismeretek alkalmazása után következik, majd az elsajátított - alkalmazott ismeretek beépítése az előző tapasztalatok rendszerébe, ezt gyakran követi az elsajátítás szintjének ellenőrzése, stb.

A legkomplexebb didaktikai feladatok az ismeretszerzés és az alkalmazás; ezek együttesében valósul meg az oktatás dialektikája. Ezek a didaktikai feladatok nehezen sematizálhatók: az oktatás konkrét tartalmától függően számtalan mozzanat variációja teszi őket változatossá. Az ismeretszerzés komplex fázisában például az ismeretanyagnak a tanulók elé tárása, annak elemzése, a rá vonatkozó korábbi ismeretek felidézése, felhasználása, az iskolán kívül szerzett egyéni tapasztalatok és ismeretek beépítése, a következtetések, bizonyítások, általánosítások, az ismeretek

rendszerzése, rögzítése a leggyakrabban előforduló mozzanatok, de a korszerű oktatásban a folyamatos visszacsatolás (a tanulók tevékenységéről, tényleges tudásáról szerzett visszajelentés, mely a továbbhaladás irányát és tempóját befolyásolja) szintén az ismeretszerzés fázisának lényeges mozzanata. Ha az elmondottakat kiegészítjük azzal, hogy az ismeretszerzés leggyakrabban a korábbi ismeretek és tapasztalatok alkalmazására épül, továbbá hogy a visszacsatolás (ellenőrzés) szinte törvényszerűen az ismeretek alkalmazásának valamilyen formája - tehát alkalmazó tevékenység - ez nemcsak az oktatási folyamat varációgazdagságát bizonyítja, hanem a folyamat dialektikáját is szemlélteti.

Az elmondottak ismeretében most már megkísérelhetjük megfogalmazni azokat a követelményeket, melyek a modellnek az oktatási folyamatban való alkalmazását determinálják.

A legegyszerűbb volna a modellt szemléltető eszközként kezelve, a régi, úgynevezett szemléltető oktatás nézőpontjából kiindulva megközelíteni a problémát - ha ez nem juttatna bennünket csakhamar a szenzualizmus zsákutcájába. A szenzualizmusból fakadó szemléltető oktatás ugyanis - éppúgy, mint maga az ismeretelméleti irányzat, amelyben gyökerezik - az észlelést tekinti a megismerés legfőbb forrásának. Az értelem - állítják a szenzualisták - már semmi újat nem hoz, csak az észlelés útján nyert ismereteket rendez. Hasonlóan elfogadhatatlan a szemléltető oktatásnak a

fogalomalkotásról vallott nézete is: a fogalom a szemléletből passzív módon jön létre (Pestalozzi például a szemléltetést a megismerés abszolút törvényének nevezi).

Az absztrakcióelmélet sem jutott túl a passzív szemléletnyújtás szintjén; eszerint az érzéki benyomásokból képzetek maradnak vissza, melyekből - inkább mechanikus kiválasztódás, mint aktív értelmi művelet útján - kiemelkedő közös jegyek alkotják a fogalom tartalmát. Ennek megfelelően az oktatás fő feladata a képzetek kialakítása volna.

A korszerű pszichológia az érzéki és az absztrakt szoros összefüggését vallja. Ebben nem az az egyetlen lényeges mozzanat, hogy bármilyen elméleti megismerés kezdeti kiinduló pontja valamilyen empirikus adat, hanem az is, hogy minden fogalmi általánosítás tartalmaz valamilyen érzéki általánosítást; ezt az - esetleg alaposan redukált - érzéki tartalmat akár távoli háttérnek képzelhetjük is el, jelenléte az elvont gondolkodásban akkor is tagadhatatlan.

Az érzéki megismeréstől az elvont fogalmakhoz a külső cselekvések interiorizációja által kialakult gondolkodási műveleteken keresztül vezet az út. Ehhez azonban - és ez a modellek alkalmazásának alapvető követelménye - az oktatásnak úgy kell nyújtania a szemléleti tényeket, hogy szilárd alapot nyerhessünk a fogalom lényeges jegyeinek kiemeléséhez. Ez egyébként szorosan összefügg a modellek készítésének módszertani-didaktikai követelményei című fejezetben

tárgyalt megkülönböztető jegyek kiemelésének problémájával. A szilárd fogalomalkotáshoz ugyanis csak az a szemléleti alap nyújt biztosítékot, mely már eleve számolt a fogalmak lényeges jegyei kiemelésének szükségességével. Ha a lényeges jegyek kiemelése elmarad, előfordulhat, hogy a lényegtelen jegyek valamelyike tudatosul lényeges jegyként a tanulóknál.

Nem kevésbé fontos gondot fordítani arra is, hogy a kiemelt jegyek tipikusak legyenek a tárgyalt folyamatra, tárgyra, jelenségre, azaz olyanok, melyek ezeket más hasonlóaktól megkülönböztetik. E megkülönböztető sajátosságok (differentia specifica) tudatosításával válik teljes értékűvé a fogalomalkotás.

A modellek alkalmazásánál tehát nem lehet kizárólagos célunk a jelenségről, folyamatról nyújtott információk számának növelés, hanem ezek minőségi javítása: a modell útján és a modellel párhuzamosan nyújtott ismeretanyagnak (információknak) jellemzőnek, tömörnek, lényegesnek, szabatosnak kell lennie. Ezáltal - annak ellenére, hogy a közölt információk száma csökkent - ami egyáltalán nem mellékes körülmény a tanulók megterhelése szempontjából, a közlés értéke egészében véve emelkedett.

A modell alkalmazásával kapcsolatos másik követelmény a tananyag jellegével áll összefüggésben. A tananyag tartalmának objektív sajátosságai eleve determinálják azokat a megismerési folyamatokat, melyek az ismeretek el-

sajátításához szükségesek. De nemcsak a tartalmi sajátosságok, hanem a tanulók multbeli tapasztalatai, előző ismeretei is, melyekre építenünk kell az új ismeretek átadásánál. Ez más szóval azt jelenti, hogy a modell alkalmazását nemcsak a végcél (a tanítási óra módszeres egysége), határozza meg; a pedagógusnak számolnia kell a konkrét részfeladatokkal is, melyek alapján a tanítási órát tagolni tudja.

Ezen a ponton különösen jelentős a kiinduló ismeretek jellegének ismerete: konkrét-érzékleti, vagy elvont-verbális ismeretekből indulhatunk-e a további általánosítások felé. Az elsajátítás első esetben főleg gyakorlati (külső), a másodikban gondolati (belső) műveletek útján történik. Az első típusba tartozó ismeretek elsajátításának útja lényegében az érzékleti adatok (és az ezekből létrejött képzetek) felől halad az elvont felé, ami lényegesen könnyebb a tanulóknak, a második esetben viszont a konkretizálásra vagy a további általánosításokra kizárólag elvont ismeretanyag szolgálhat alapul.

Az alkalmazott modellnek minden esetben természetes módon kell illeszkednie nemcsak a tananyaghoz, hanem a tanítási óra megfelelő fázisához is. Nem azt jelenti ez, hogy a konkrét-érzékleti ismeretanyag feldolgozásánál kizárólag tárgyi, az elvont-verbális anyagrészeknél csak séma- vagy képzeleti modellek vehetők igénybe. Sőt, mi több: ez a modellek alkalmazásának megengedhetetlen leegyszerűsítése volna. Arról van inkább szó, hogy a modellt akkor kell igénybe venni, amikor minden másnál hasznosabban tudja szol-

gálni a rész cél (ezen keresztül a végső cél) megvalósítását.

A tanulás formáinak feldolgozásánál például (a kondicionálás tárgyalásánál) kiinduló pontul Pavlov közismert kutyakísérletei szolgálnak. Erről a tanulóknak bőven vannak előzetes ismereteik, hiszen a feltételes reflexek feldolgozásánál már találkoztak vele. Ezeket az ismereteket a 2. számú (elektromechanikus) modell alkalmazásával eredményesebben aktivizálhatom, mint - akár hosszabb ideig tartó - verbális felidézéssel. A végső általánosításnál viszont nem ezt, hanem a 6. számú sémamodellt fogom igénybe venni, hiszen az absztrakciónak olyan szintjére jutottunk el, ahol a tananyag jellegéhez és az óraszakasz céljához legtermészetesebben ez a modell illeszkedik.

A fentiekkel kapcsolatban még egy körülmény szorult tisztázásra: a modell által nyújtott információk vétele.

Az információkat mindig valamilyen jelzés útján közöljük, ugyanígy jelzés útján történik a visszajelentés is az információ vételéről. Az iskolai ismeretsajátítás folyamatában a leggyakrabban alkalmazott jelrendszer a beszéd (élő beszéd vagy leírt szöveg), de olykor - egyes oktatási területeken rendszeresen - más jelzéseket is alkalmazunk: mozdulatok, hangjegyek, fény- vagy hangeffektusok.

Ha a modellt bizonyos információk hordozójának tekintjük - mert valójában az - ezeket az információkat

olyan jelzések útján kell továbbítanunk, melyeket a tanulók venni tudnak és meg is értenek.

A vétellel kapcsolatban az információs pszichológia néhány elemi szabályára kell utalnom: a jelzés továbbítása mindig valamilyen energia útján történik. A mi esetünkben csakis olyan energia jöhet számításba, melyek vételére érzékszerveink alkalmasak. Ahhoz, hogy egy jelzést venni tudjunk, megfelelő erősségűnek is kell lennie; az alsó ingerküszöb alatt, vagy a felső ingerküszöb feletti jelzés - mivel azt venni sem tudjuk - teljes egészében értéktelen.

A vétel javításával kapcsolatban egy gyakori tévhitet is el kell oszlatnunk: nem az energia fokozása (a hangerő vagy a megvilágítás növelése) a jelzés erősítésének egyetlen módja! - Ugyanazt az effektust elérhetjük azal is, ha az energia fokozása helyett a felesleges (zavaró) jelzéseket igyekszünk kiszűrni. Javítható a jelzések vétele azáltal is, ha - több jelzés adása esetén - a jelzéseket nem egyidőben, hanem bizonyos késleltetéssel, egymás után adjuk, tekintetbe véve a tanulók figyelmének kapacitását, mivel egy meghatározott jelzés vétele annál jobb, minél kevesebb jelzés van jelen egyidőben a kommunikációs rendszerben.

A jelzés megértése tulajdonképpen a kódolás függvénye: csak annak a jelzésnek van információértéke, amelyet a vevő (tanuló) számára ismert kódba helyezve továbbítottunk. És itt nem lehet (általában) érthető kódról be-

szélni, hanem mindig a konkrét auditórium (osztály, csoport) konkrét egyedeinek ismereteihez kell alkalmazkodnunk; a modell által közvetített jelzések jelentéstartalmát minden esetben konkretizálni kell. (A csengőszó például az iskolában a tanóra kezdetét vagy befejezését, otthonunkban látogató érkezését jelenti. De még egyszerűbb példával is szemléltethető ugyanannak a jelzésnek többszörös jelentéstartalma: a + jel a matematikában az összeadást, vagy a 0-nál nagyobb számot, az elektromosságban az egyik pólust, a mágnesességben szintén, a meteorológiában a fagypont feletti hőmérsékletet, az életrajzi adatokban pedig az elhalálózás idejét, esetleg helyét jelenti.)

A jelzést tehát könnyen interpretálható formában kell adni, ellenkező esetben a modell hatásfokát csökkenti.

Az itt elmondottak sajátos hangsúlyt kapnak a továbbiak során, amikor a modellek alkalmazásának lehetőségeit a hagyományos, illetve a programozott oktatás eszköztárszerébe illesztve kíséreljük meg megkörvonalazni.

2. A modell a hagyományos oktatásban

Mindenek előtt a "hagyományos" jelző fogalmát szükséges tisztáznunk; el kell határolnunk magunkat minden olyan értelmezéstől, mely a hagyományosat a korszerűtlen, az idejétmúlt jelzőkkel azonosítja. Értelmezésünkben a hagyományos alatt oktatásszervezési formáibna és felépíté-

sében a hagyományokra épülő, tartalmában viszont korszerű oktatás értendő, amit - éppúgy, mint a programozott oktatást is - az ismeretszerzés és az alkalmazás egymást váltó, egymást átszövő, egymással dialektikus egységben folyó tevékenysége jellemez. A leglényegesebb különbség a kettő között az, hogy itt az ismeretszerzés és az alkalmazás szukcessziven váltják egymást, a programozott oktatásnál viszont minden új ismeret (információ) elsajátítását azonnal követi az ellenőrzés-alkalmazás és csak utána nyújt a tanulónak továbbhaladási lehetőséget.

A hagyományos oktatás többi ismérvei nagyjából ebből a lényeges különbségből vezethetők le - mint például az egyéni sajátosságok figyelembevételének korlátozottabb lehetőségei, az információnyújtás és a visszajelentés ciklikus váltakozása, a pedagógus elsődleges irányító és közlő szerepe, stb. Célunk azonban nem a hagyományos és a programozott oktatás összehasonlítása, hanem annak felderítése, hogyan és az oktatási folyamat mely pontján illeszthető be a modell a hagyományos keretek között folyó oktatás eszközrendszerébe.

Az utóbbi években-évtizedekben fokozódó érdeklődés jellemzi az új oktatási segédeszközök kidolgozását - kikisérletezését és alkalmazását, aminek köszönhetően új didaktikai ág alakult ki: az oktatástechnológia. A tendencia természetes: a műszaki segédeszközök egyrészt az oktatás minőségét javítják, másrészt általuk tudja a pedagógus a legközvetlenebb módon ésszerűbbé tenni munkáját. A raciona-

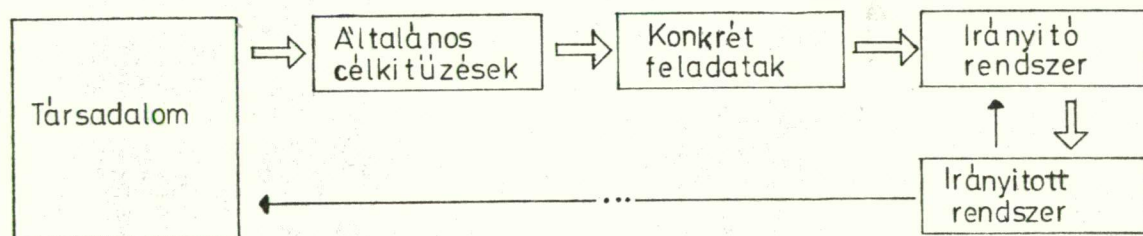
lizálás pedig - mint a dolgozat bevezető részében kifejtettük - korunknak az oktatással szemben támasztott igényei következtében válik szükségessé: napról-napra nő az igény a jól képzett szakemberek iránt, a termelés és általában az emberi tevékenység minden szintjén. Ha viszont az oktatás a jelenlegi szinten maradna - mint egy oktatástechnológiai tanácskozáson³⁾ M. Jevtović szellemesen megjegyezte - tíz év múlva az emberiség felének közvetve vagy közvetlenül az oktatással kellene foglalkoznia, hogy a másik felét ellássa mindazokkal a készségekkel és ismeretekkel, melyekre a termelésben szüksége lesz.

Az új oktatási technológia - írja dr. Klaus Hinst⁴⁾ - jelentőségében felér, sőt meghaladja a könyvnyomtatását. A probléma - ami miatt a műszaki eszközök első generációja nem váltotta be teljes egészében a hozzáfűzött reményeket - az, hogy a pedagógusok kívülmaradtak ezek tervezésén. Az új műszaki segédeszközök tervezésének és bevezetésének kulcsproblémája a tanterv-kutatások, melyekben a műszaki és tudományos szakembereknek együtt kell működniük a gyakorló pedagógussal; nem szakadhat el az elmélet a pedagógiai gyakorlattól, az oktatási reformok (helyesebben: az oktatás folyamatos reformja) körülményei közepette csak az egész rendszer keretében végzett ésszerűsítés ígér eredményt.

Az oktatási eszközök alkalmazása - amellet, hogy eredményesebbé teszi az ismeretek elsajátítását, korunk emberének életmódjához is közelebb áll: mivel élettem-

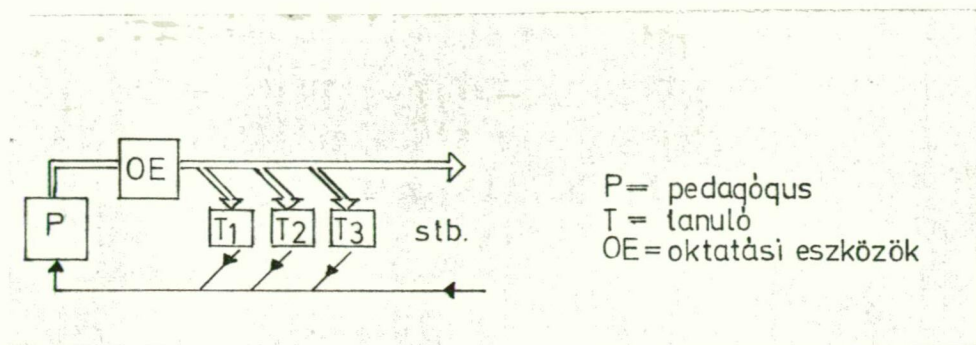
pója dinamikusabb, mint elődeié volt, ennek az élettempó-változásnak a hatása alól az oktatás sem vonhatja ki magát. Az oktatás nem kerülhet lépéshátrányba a való élettel szemben; az oktatási eszközök - azáltal, hogy fokozzák az oktatás hatékonyságát, tulajdonképpen az oktatás ritmusát teszik élénkebbé.

Az oktatás célját és feladatait a társadalom szükségletei determinálják, konkrét feladatokra bontása a mindenkor tantervekben nyer megfogalmazást és az oktatási folyamatban valósul meg. Leegyszerűsítve tehát, az oktatási rendszer sémája a következő lehetne



(Az irányított rendszerről a társadalomra történő visszahatás, nem azonnal, hanem csak később, a tanulmányok elvégzése után válik jelentőssé.)

A konkrét oktatási szituáció az irányító és az irányított rendszer relációján jön létre. Ennek sémája, a szemléltetést alkalmazó hagyományos oktatásban a következő:



A séma alapján nyilvánvaló, hogy az oktatási eszközök a pedagógus és a tanulók között kialakult információközlő láncba illeszkednek be - akár úgy, mint önálló, akár mint kiegészítő információhordozók. De vajon megfelel-e a séma a tényleges helyzetnek, alkalmas-e arra, hogy belőle helyes következtetésekhöz jussunk?

A neveléslélektanban régen meghonosodott, hogy a szemléltetés az oktatás nélkülözhetetlen kelléke - egyike azoknak a feltételeknek, melyek jelentősen hozzájárulnak az oktatás eredményesebbé tételéhez. A különböző irányzatok képviselőinek véleménye - mint arról már előbb szó volt - nem is ebben, hanem a későbbiekben: elsősorban abban tér el, hogy a megismerő tevékenység kiinduló vagy finális elemének, célnak vagy eszköznek tekintik-e őket.

A korszerű pszichológia tagadja, hogy a szemléltetés olyan pedagógiai "fogás" volna, amellyel egy-egy elszigetelt pszichikus folyamatot (észlelés, képzetalkotás) segítünk; az oktatásnak az egész személyiségre kell hatnia, tehát a szemléltetésnek is, mint az oktatás komponensének,

az egész személyiséget kell mozgósítania, hatásaiban a megismerés egész folyamatára kell kisugározni - az érzéki megismeréstől a gondolkodáson keresztül a gyakorlatig.

A szemléltetés az oktatásban leggyakrabban megalapozó jellegű, a tanulónak konkrét tárgyra és jelenségekre irányuló megismerési tevékenysége - gyakorlati, reális analízis és szintézis, azaz, a megismerési tevékenység első lépcsője, mely megelőzi (és megkönnyíti) a gondolati analízist és szintézist.⁵⁾ Ezen a ponton sokan (Mencsinszkaja, Zankov, Leontjev és mások) nagy jelentőséget tulajdonítanak a pedagógus szóbeli magyarázatának: ez van hivatva az analízist és szintézist arra az útra terelni, amely az oktatási célok eléréséhez vezet.

Az oktatás gyakorlatában a szemléltetés különféle formái ismeretesek, egyes változatai az absztrakció más-más fokán állnak:

a) Realisztikus szemléltetés - a tárgyak vagy realisztikus ábrázolásuk közvetlen észlelése;

b) Szimbolikus szemléltetés - egyezményes jelképek vagy különböző mértékben elvont fogalmak és törvényszerűségek felhasználása;

c) Verbális szemléltetés - szóbeli leírás (olvasás, tanári magyarázat) alapján kialakuló képzetek.

A modell - bármilyen formájú - a valóság és az absztrakció közötti út valamely pontján áll. Lényeges eleme - mint azt a dolgozat II. részében kifejtettük - a

hasonlóság (nem fizikai, hanem szerkezeti vagy működési!) és nem az azonosság, hiszen csak így tudja az analógia alkalmazása útján a valóságot tükrözni. Ebben a tükrözésben az érzéki és a logikai elemek sajátos ötvöződésével találkozunk.

Az elmondottakból következik, hogy a modellek a szimbólikus szemléltetés eszközei - bizonyos előzetes általánosítás produktumai, felhasználásukhoz a megfelelő fogalmak előzetes kialakítása szükséges. A modellek tehát részben ugyanúgy érzékiek, mint a realisztikus szemléltetés, másrészt viszont már túljutottak a kezdeti általánosítás szintjén. Ebből következik óriási előnyük, hogy tehermentesítik az észlelést: a lényeges és megkülönböztető sajátosságokat mintegy kiemelve prezentálják, ezáltal megkönnyítik a differenciálást, az egyes jegyek izolált kiemelését.

A modellek alkalmazása esetén a tanulók bizonyos általánosított tényanyagból kiindulva, különböző műveletek (analízis, szintézis, összehasonlítás, absztrakció, generalizáció) rendszerén át, a fogalom tartalmához igazodva, ítéletek közvetítésével jutnak el a megismerés elvont szintjére. Lényeges különbség tehát a realisztikus és a modell útján történő szemléltetés között, hogy az elősnél a fogalomalkotás legalább négy szakaszból áll (érzékelés, észlelés - kezdeti általánosítás - ítéletek - fogalom), a másodikonál viszont (mivel a modell a kezdeti általánosítás eredményeként jött létre) a képzet - ítélet - fogalom a megteendő út. A neveléslélektani és ismeretelméleti kutatások

ugyanis meggyőzően bizonyítják, hogy a fogalom nem képek, hanem ítéletek szintézise. (Az empirikus megismerés - és ilyen a szemléltetés alkalmazásával történő megismerés - tapasztalati adatokra épül. A tapasztalati adatok pedig a megfigyelt tényeket és jelenségeket leíró kijelentések, azaz ítéletek.)⁶⁾

A modellek szerepe, oktatásban történő felhasználásuk lehetősége az absztrakció fokától függően változik, de - függetlenül az absztrakció szintjétől - sajátos vizuális általánosításaiknak köszönhetően megkönnyítik, meggyorsítják az általános fogalmak kialakítását, a törvényszerűségek feltárását. Kiváltképp vonatkozik ez a pszichológiai modellekre, mivel ezek alkalmazása a tantárgy tantervi besorolása következtében olyan életkorú tanulócsoporttal való munkában kerül alkalmazásra (16 éves kortól felfelé), amikor a különböző gondolkodási műveletek fejlettségi szintje az új ismeretek teljes értelmi feldolgozását teszi lehetővé. Ebben a korban a tanulók már túljutottak az egyes tudományok elemi fogalmain és meghatározásain, képessé váltak az egyes tudományok alapját képező elméletrendszerek felfogására, ismereteik értelmezésére, elvont viszonylatokkal és hipotézisekkel való műveletvégzésre. Ezt a kort a tételek logikája jellemzi - írja (Piaget-t idézve) dr. Kelemen László.⁷⁾

A modellek alkalmazása érdekesebbé, élményszerűbbé teszi a pszichológia oktatását, melyben - különösen középiskolai szinten - megengedhetetlen módon eluralkodott a verbalizmus. A modellek a gondolkodó észlelés lehetőségé-

vel gazdagítják a gyakorló pedagógus fegyvertárát, ennek pedig nemcsak középiskolás, hanem - mint arról gyakorlatban is meggyőződhattünk, és amiről még szó lesz - felnőtt korban is nagy a jelentősége.

3. A modellek alkalmazásának lehetőségei a programozott oktatásban

Programmirovannoe obucsennie, programed instruction, l'enseignement programmé, programmierten Unterricht, programirana nastava, programozott oktatás... - a hatvanas évek oktatástechnológiai boom-ja, mely egy évtizeden át a pedagógiai szakirodalom legtöbbet publikált témája volt. Takács Etel közli - az Országos Pedagógiai Könyvtár és Múzeum adataira hivatkozva - a programozott oktatással foglalkozó, Magyarországon megjelent önálló kiadványok és folyóiratcikkek számszerű kimutatását:⁸⁾

Év:	1963.	64.	65.	66.	67.	68.	69.	70.	71.	72.	73.	74.	75.
Folyóiratcikkek:	2	20	44	56	59	51	50	57	29	41	29	29	21
Önálló kiadványok:	-	1	1	5	4	8	6	4	2	6	2	1	1

Persze, nem a hatvanas években vetődött fel először a gondolat, mely a programozott oktatás leglényegesebb elemévé vált: az elsajátítandó ismeretanyagot kis egységekre tagolni, minden egységet kérdés vagy feladat formájában tárni a tanulók elé, a válaszadás vagy a feladat megoldása után azonnal tájékoztatni - helyesen válaszolt-e,

helyesen oldotta-e meg a feladatot és csak utána nyitni meg előtte az ajtót a következő lépés felé.

Szokratész sokszor idézett Menonja, melyben a nevelő és a tanuló (ebben az esetben egy rabszolgafiú) párbeszéde közben halad a tanuló lépésenként előre a megismerés útján, programozott szöveg részlete volna? - Nem látni belőle - vethetik ellene - hogy eljuthat-e ezen az úton a növendék az önálló megismerés szintjéig.

Comenius Didactica magna-jában a tankönyv-szerkesztésben a párbeszédes formát, a lépésenkénti előrehaladást sugalmazza. Igen ám, de a tanuló továbbhaladhat anélkül, hogy helyesen oldotta volna meg az előző feladatot - hangzik a következő ellenvetés.

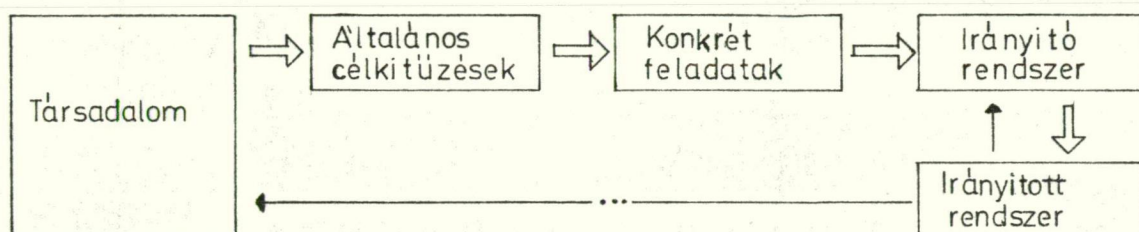
Ha valamilyen technikai csoda folytán olyan könyvet lehetne szerkeszteni, hogy csak az lapozhatna benne tovább, aki az előző lapon lévő ismereteket már feldolgozta - írja Thorndike (E. Thorndike: Education - 1912.) - ez sok mindent meg tudna tanítani a tanár helyett...

Sidney Pressey ellenőrző, majd később gyakorlónak fejlesztett gépi szerkezete, mely a negyedszázaddal később bekövetkező oktatástechnológiai forradalom előhírnöke, akkor, a harmincas években még nem kapott társadalmi megerősítést. Csak az ötvenes években, miközben a kibernetika önálló tudománnyá fejlődött és mind több értékes gondolatot adott a pedagógia és a pszichológia számára, vált kedvezővé a társadalmi klíma a programozott oktatás számára.

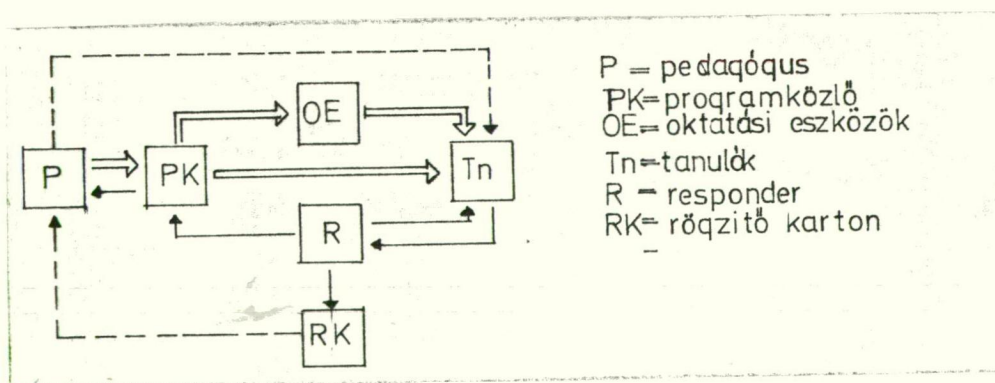
Kevés elképzelés vagy elmélet vált olyan rövid idő alatt népszerűvé, talált olyan gyorsan követőkre az egész világon, mint B. F. Skinner elképzelései az emberi viselkedésről és tanulásról. Alig jelent meg A tanulás tudománya és a tanítás művészete (The science of learning, and the art of teaching - Harward Educational Review, 1954.) című tanulmánya, futótűzként lobbantotta lángra az alkotó fantáziát világszerte. De hogysis ne keltette volna fel az érdeklődést, amikor jelenünk (és jövőnk) egyik legakutabb problémájára ígért megoldást: az elsajátítandó ismeretek olyan tempóban növekszenek, hogy az oktatás alig vagy egyáltalán nem tud ezzel a növekedéssel lépést tartani, annak ellenére, hogy az oktatásban résztvevők (pedagógusok és tanulók) száma nőttön-nő, hogy az oktatás időtartama tovább már nem hosszabbítható és nehezen megoldható gondot okoz az oktatás költségeinek folyamatos növekedése. Ilyen körülmények között - ha nem is az oktatás szakemberei, úgy a laikus kívülállók, akiket szintén magával ragadott a lelkesedés - csodákat vártak, szinte a mesebeli tölcsér szerepét tulajdonították az új oktatási formának.

Azután - anélkül, hogy a (laikus) közvélemény a programozott oktatás lényegével megismerkedhetett volna - visszakerült a szakmai körök szintjére. És mivel a felszín elsímult, azt vélhetnénk, hogy az oktatás háza táján nem történt semmi. A látszat azonban csal: nagyon is lényeges változások történtek - csak nem a felszínen, hanem az oktatás alapjaiban.

Kidolgozták elsősorban a programozott oktatás modelljét. Kiinduló pontul az oktatási rendszer sémáját kell vennünk, melyet az előző fejezetben ismertettünk - az oktatási rendszer sémája független attól, hogy maga az oktatás hagyományos módon, vagy programozottan folyik-e.



Mint az imént a hagyományos oktatásnál, a pedagógiai szituáció jellegzetességei itt is az irányító és az irányított rendszer (pedagógus és növendék) kapcsolatában jutnak kifejezésre. Ezt a következő séma is szemlélteti:



A programozott oktatás fenti modelljéből, mely egy a számtalan lehető modell közül, első pillantásra sejtteni lehet, hogy mind a pedagógus, mind a tanuló, mind pe-

dig a tanítás és a tanulás megszervezése szempontjából is új helyzetet teremt. De még mielőtt ennek a sajátos szituációnak az elemzésére térnénk, néhány magyarázat szükséges magának a sémának a megértéséhez.

A pedagógus alatt nemcsak az oktatásban közvetlenül részt vevő személyt kell érteni, hanem a program előkészítésében, megszerkesztésében, feldolgozásában közreműködő pedagógusok, pszichológusok, tantárgy-pedagógusok, műszaki és kibernetikai, informatikai szakemberek csoportját.

A programközlő (programhordozó) sem határozható meg egy szóval; annál kevésbé, mert a programozott oktatás fejlődésével párhuzamosan ez is dinamikusan változott. A programozott oktatás kezdeti időszakában az oktatógépek útján közvetített programok voltak többségben, később - a számítógéptechnika fejlődésével és a digitális berendezések elterjedésével - az oktatás "komputerizálásában" látták sokan a programozott oktatás jövőjét, míg végül bebizonyosodott, hogy nem elsősorban a közvetítő berendezésen, hanem magán a programon múlik az oktatás eredménye (vagy eredménytelensége), különösen annak felismerése után, hogy az egyszerűbb és olcsóbban előállítható, könnyebben kezelhető és hozzáférhetőbb programozott tankönyvek hatásfoka alig vagy egyáltalán nem marad el az oktatógépektől.

A programközlő irányítja a tanuló tevékenységét (itt T_n -nel jelölve, mivel meghatározatlan számú tanulóról van szó, akik mindannyian egyéni - hogy úgy mondjam

magán - oktatásban részesülnek) és szükség szerint - az illető tananyag jellegének, vagy a konkrét didaktikai szituációnak megfelelően aktivizálja az oktatási eszközöket, illetve utasítja a tanulót ezek igénybevételére.

A responder (egyes szerzőknél: kommunikátor) a tanulók válaszait veszi fel és továbbítja - a fenti séma esetén - három irányba: visszajelentés a tanulónak a válasz helyességéről, (belső visszajelentés) a válasz továbbítása a programközlő felé (külső visszajelentés) és a válaszok rögzítése (lyukkártyán, mágnesszalagon, a számítógép memóriaegységében, stb.) ami lehetővé teszi a későbbi értékelést, összehasonlítást (osztályozást).

Felismerve annak veszélyét, ha a kibernetika eredményeit mechanikusan alkalmazzák az ismeretszerzés folyamatára - a programozott oktatás kutatói időben rájöttek arra, hogy a vezérlés elméletének általános követelményei mellett figyelembe kell venni az ismeretszerzés folyamatának sajátos neveléslélektani törvényszerűségeit is. Változtatni kellett elsősorban a programozott oktatás gyakorlatának a behaviorista koncepcióban gyökerező alapelvén. A programozott oktatásnak a továbbiakban kialakuló irányzatai lényegesen eltérnek az eredeti változatoktól: L. N. Landa az algoritmizálást (mely jelentősen különbözik a gépi programok algoritmusától), Nj. F. Talüzina az értelmi cselekvések szakaszos kialakításának teóriáját tekinti alkalmasabb elvi alapnak az oktatás programozása számára.

Az elmondottak ismeretében nem lesz nehéz megfogalmazni a modell alkalmazásának lehetőségeit az programozott oktatás folyamatában.

Az alkalmazás egyik lehetősége maga magát kínálja: az oktatási eszközök sorába iktatva a modell - az előző fejezetben tárgyalt előnyei révén - kiválóan alkalmas arra, hogy mint a közvetett megismerés eszköze, a (nagyobb-részt verbális) közléseket fellazítva, ezáltal az ismeret-elsajátítás folyamatát változatosabbá, érdekesebbé tegye.

A programok szerkesztésében első és legfontosabb, hogy általa elérjük az oktatás kitűzött célját. Ezt a Skinner-féle lineáris algoritmusok mindenki számára azonos úton, kis lépésekre tagolva, minden tanuló számára nagy valószínűséggel elérhetővé teszik. Az individualizálás itt végső soron csak a feladatvégzés időtartamában jut kifejezésre. Ha tehát modellünket lineárisan szerkesztett programba építjük be, a megfelelő előzetes információk nyújtása után (amire azért van szükség, hogy a tanuló eljusson az előzetes általánosításoknak arra a szintjére, amelyek a modellben objektiválódnak) a tanuló megismerkedik a modellezett tárgy, folyamat, jelenség szerkezeti, működési vagy viselkedési sajátosságaival és a kapott utasítások alapján lépésről-lépésre végigjárja a program minden egyes feladatát - noha úgy-lehet - egyik vagy másik tanuló számára kevesebb feladat is elég volna a cél eléréséhez.

A cél viszont csak egy (mindenképpen a legfontosabb) szempont a program szerkesztésében. Emellett még egy

szempontot kell figyelembe venni: megtalálni a célhoz vezető legrövidebb utat, azaz módot teremteni arra, hogy tanulóink - adottságaik, előzetes ismereteik felhasználásával - az egyénileg legrövidebb úton juthassanak célba. Ez a törekvés az elágazó algoritmusok útján valósítható meg, melyeknek lépései nagyobbak, egy-egy gondolati egységet fognak át, a megértést ellenőrző kérdésekre a tanuló feleltetválasztással válaszol és a választól függően más-más irányba halad tovább.

Ahhoz, hogy a modell a programozott oktatás teljes értékű komponensévé válhasson, a program szerkesztésekor, miközben megtervezzük az oktatási folyamat általános menetét, ebben adekvát módon tervezni kell a modell "üzembe-lépését" is, lehetővé téve a modell által prezentált jelenség, törvényszerűség megértéséhez szükséges fogalmak előzetes elsajátítását. Az oktatás folyamán, függetlenül attól, hogy az elágazó programok lehetővé teszik az egyéni eltéréseket, a modellel való manipulálás közben felmerülhetnek olyan eltérések is, amelyek a pedagógus közbelépését igénylik, mivel ezekkel a program szerkesztésekor nem lehet számolni.

A modell lehetőségei nem merülnek ki abban, hogy az oktatási program egy-egy szakaszában - mint a közvetett megismerés eszköze - kiegészítő ismereteket nyújtson. Szerkeszthetők olyan modellek is, melyekbe egy-egy témakör komplex feldolgozása programozható. Ehhez a téma ismeretanyagát algoritmizálni kell - tulajdonképpen az

oktatási folyamatot műveletsorokra bontani, gondoskodni kell a folyamatos visszajelentésről is: feladatmegoldások és kérdések útján, végül pedig biztosítani kell minden tanuló önálló, egyéni munkájának lehetőségét.

Mielőtt azonban ezt a fejezetet lezárnánk, szükséges még néhány megjegyzést fűzni a hagyományos és a programozott oktatás egymásba épülésével kapcsolatban.

A programozott oktatás hatása - miután a kutatások eredményeit az oktatási folyamat egészére általánosították - nem rekedt meg a programozott oktatásnak, a növekvő érdeklődés ellenére is korlátozott területén; a hagyományos oktatásra is kisugárzott és e kisugárzás hatására alapvetően új oktatástechnológiai felfogásban, a hagyományos oktatás tantervi anyagának merőben új megközelítésében és lebontásában nyilvánul meg.

Amellett, hogy egyes tantervi anyagrészek feldolgozása - elsősorban a matematika, a nyelvek és a természettudományi tárgyak tanításában - programozottan történik (tehát a frontális osztálymunka és a programozott oktatás különböző kombinációi polgárjogot nyertek a pedagógiai gyakorlatban), a programozott oktatás néhány értékes pedagógiai-pszichológiai felismeréssel gazdagította magát a hagyományos oktatást is:

- Az oktatási folyamat pontos műveleti tervezése az eddigi empirikus programösszeállítással szemben;

- A tanultak folyamatos megerősítése és motiválása a visszajelentés gyakoribbá tételével (természetesen a hagyományos oktatás eszközrendszere által nyújtott lehetőségeken belül);

- A tanulók önálló és egyéni feladatmegoldásainak biztosítása, mely az oktatás bizonyos fokú individualizálása felé nyit utat (a jugoszláv oktatási gyakorlatban az átlagosnál többre képes tanulóknak úgynevezett emelt szintű oktatási feladatok végzése nyújt lehetőséget a szélesebb és mélyebbre hatoló ismeretszerzésben és az ismeretek alkalmazásában, a gyengébb előmenetelűeket a kiegészítő oktatás segíti az igényelt tudásszint eléréséig.)

Aki tehát a modellek gyakorlati alkalmazásának lehetőségeit kutatja, mind a hagyományos, mind pedig a programozott oktatás szervezési formái között a modellek felhasználásának számtalan lehetőségére bukkanhat.

Jegyzetek:

- 1) - Pedagógiai lexikon III. Budapest, 1978. - 326. oldal
- 2) - Pedagógiai lexikon III. Budapest, 1978. - 327. oldal
- 3) - Korszerű oktatástechnológia - Pedagógiai tanácskozás Szabadkán, 1971.
- 4) - Dr. Klaus Hinst: Trendovi u obrazovnoj tehnologiji - Moša Pijade Munkásegyetem dokumentumgyűjteménye Zágráb
- 5) - Bogojavljenzkij-Mencsinszkaja: Az iskolai ismeretelsajátítás pszichológiája - Budapest, 1965.

- 6) - Kelemen János: A tudat és a megismerés - Budapest, 1978.
- 7) - Dr. Kelemen László: A pedagógiai pszichológia alapkérdései - Budapest, 1967.
- 8) - Takács Etel: Programozott oktatás? - Budapest, 1978.

V. OKTATÁSLÉLEKTANI KISÉRLET

MODELLEK ALKALMAZÁSÁVAL

Egy-egy módszer, szervezési forma, vagy tan-eszköz gyakorlati értékéről, bármily alapos (elméleti) megindoklásnál is többet mond akár a legszerényebb körülmények között elvégzett tapasztalati vizsgálat - gyakorlati alkalmazás. Ugyanez vonatkozik a modellek (mint oktatási eszközök) gyakorlati értékének megállapítására is: tapasztalati úton kell eldöntenünk, vajon elképzeléseinket igazolja, megerősíti-e, vagy éppen ellenkezőleg, cáfolja a pedagógiai gyakorlat.

Tekintettel arra, hogy célunk az oktatás hatékonysága szempontjából történő értékelése, ez azt sugallta, hogy a vizsgálatot az oktató-nevelő munka természetes (és ma legelterjedtebb) formája, az osztálytanítás keretében végezzük, biztosítva a vizsgált feltétel variálását és az eredmények legalább megközelítően egzakt mérését. Ezeket az igényeket a pedagógiai pszichológia kutatási (Feltáró) módszerei közül csak a kísérlet, ennek is egy sajátos változata, az osztálykísérlet tudja elfogadható módon kielégíteni. Annak ellenére, hogy a pedagógiai folyamatban számtalan rejtett tényező hatásával kell számolnunk, ami megnehezíti a szükségszerű elhatárolását a véletlenszerűtől, vállalni kellett ezt a kockázatot, hiszen az "empirikus megfigyelés önmagában sohasem bizonyíthatja

elégségesen a szükségszerűséget." (Engels) Természetesen - mint erről a továbbiak során szó lesz - igyekeztünk megtenni mindent, hogy a véletlen hatását minél teljesebben kiszűrjessük.

1. A vizsgálat tervezete

A vizsgálat tervezetének összeállítását a vizsgált probléma határozta meg: megállapítani, hogy a modellek alkalmazása a középiskolai pszichológiatanítás folyamatában hatékonyabbá teszi-e az oktatást. Mivel a vizsgálat végzése idején Jugoszláviában három középiskola (a gimnázium, a tanítóképző és az óvónőképző) tantervében szerepelt a pszichológia, a vizsgálatot erre a három iskolatípusra kellett korlátozni, a vizsgálat tárgyául pedig olyan folyamatokat és jelenségeket választani, melyek azonos hangsúllyal vannak jelen mindhárom iskola tantervi anyagában.

Tekintettel arra, hogy a vizsgálat egyetlen változó feltételének (variánsának) a modellt szántuk, gondoskodni kellett arról, hogy minden egyéb lényeges tekintetben azonos populációval dolgozhassunk, ami lehetővé teszi az egyértelmű következtetések levonását: hogy t.i. a végleges eredményekben megmutatkozó esetleges különbség a változó feltételnek (a modell alkalmazásának) tulajdonítható.

Figyelembe véve az oktatási folyamat bonyolultságát, számtalan ellenőrizhetetlen komponensét, e tekintetben olyan tökélyre törekedni, mint például egy természet-

tudományi kísérletnél, eleve kudarcra volna ítélve. A mi esetünkben a kísérleti és az ellenőrző csoport főbb tulajdonságaiban (életkor és az ebből adódó sajátosságok, az előismeretek szintje, a pedagógus személye, stb.) nagy valószínűséggel azonos volt.

Adatfelvételt két alkalommal terveztünk: a vizsgálat megkezdése előtt, majd pedig a vizsgálat végén.

Az előméréssel a tanulók meglévő ismereteiről kívántunk tájékozódni. Ezt azért találtuk szükségesnek, hogy a kísérleti és az ellenőrző csoport közötti esetleges ismeretszint-különbséget kiküszöbölhessük, nehogy ez megnövelje a variánsok számát. A vizsgálat befejeztével végzett finális méréssel az oktatás hatékonyságára kívántunk választ kapni. Az adatfelvétel instrumentumául a jugoszláv oktatási gyakorlatban széles körben alkalmazott, úgynevezett tantárgytesztet (objektív típusú feladatsor) készítettünk.

A vizsgálat lebonyolításának ütemterve a következő volt:

A szabadkai Tanítóképző 2 és az újvidéki Óvónőképző 1 harmadik, valamint a törökkanizsai Gimnázium 2 második osztályában (az illető iskolák minden magyar nyelvű tagozatán) elvégezzük az előmérést. Az itt kapott adatokat statisztikailag feldolgozzuk: a középérték- és szóródászámítás mellett a két középértéksor különbségének esetleges szignifikáns voltát is megállapítjuk. Az előismeretek

tekintetében lényegesen eltérő osztályt a további vizsgálatból kihagyjuk, így biztosítva a csoport homogenitását.

A vizsgálatot az "Érzékszervek és érzékletek" módszeres egység keretében terveztük elvégezni, melyet mindhárom iskolatípus tanterve azonos terjedelemben és szinten dolgoz fel.

A feldolgozást követő órára irányoztuk elő a finális mérést, mellyel a vizsgálat központi kérdésére reméltünk választ kapni: hatékonyabbá teszi-e a modellek alkalmazása a tanítást? A kapott adatok statisztikai feldolgozása (középérték-, szóródás- és szignifikanciaszámítás) alapján levonható következtetésekben - mint reméltük - tulajdonképpen a probléma nyer megoldást.

2. A vizsgálat során alkalmazott modellek bemutatása

A vizsgálat lebonyolítását - mint jeleztük - az érzékszervek és érzékletek módszeres egység feldolgozása keretében terveztük. E témakörbe az érzékletek keletkezése, az ingerek és az érzékszervek fajtái, az ingerküszöb, Weber és Fechner törvénye, az adaptáció és szenzibilizáció tartozik, melyekhez az 1. és a 3. számú modell nyújtja az analógia alkalmazásának lehetőségét.

A leglényegesebb szempont, mely választásunkat befolyásolta, az volt, hogy a három különböző iskolatípus

pszichológia-tantervében ez a témakör egyike a keveseknek, melynek feldolgozásánál mind a terjedelem, mind a tartalom tekintetében azonosak a tantervi követelmények. (A pszichológia-tankönyv egyébként azonos - dr. Nikola Rot: Általános pszichológia - azzal, hogy a gimnáziumi oktatásban egyes anyagrészeket vagy egész fejezeteket kihagyunk.)

A másik szempont, ami miatt ezt a módszeres egységet választottuk, az, hogy a modellek prototípusait házilag készítettük - akadt köztük technikailag vagy esztétikailag kifogásolható is; a fenti két modell viszont mind technikai, mind esztétikai, mind pedig az alkalmazhatóság szempontjából a legsikerültebb volt, így gyakorlati felhasználásának nem látszott akadálya.

Mindkét modell az ingerület - érzékelés egyes elemeit dolgozza fel:

Az 1. számú modell az idegsejt szerkezeti és működésmodellje. (A kísérleti alkalmazás során csak a működésre koncentráltunk: az ingerület létrejöttét, a különböző jellegű - vegyi, hő, mechanikus és elektromágneses - energia formájában beérkező inger bioelektromossággá való alakítását, az abszolút ingerküszöböt, az ingererősség érzékelésének mechanizmusát mutattuk be általa.)

A 3. számú modell eleve az érzékeléssel kapcsolatos jelenségek demonstrálására készült: az alsó, felső és különbségi ingerküszöb fogalmának kialakítása mellett egyes törvényszerűségek könnyebb felismerését is segíti

(az erősebb inger erősebb ingerületet kelt, minden receptor az adekvát inger felvételére alkalmas), megerősíti a tanulókat annak tudatában is, hogy az idegműködés bioelektormosságon alapul.

Az alkalmazott modellek részletes leírása az előző fejezetben található.

3. A vizsgálat leírása

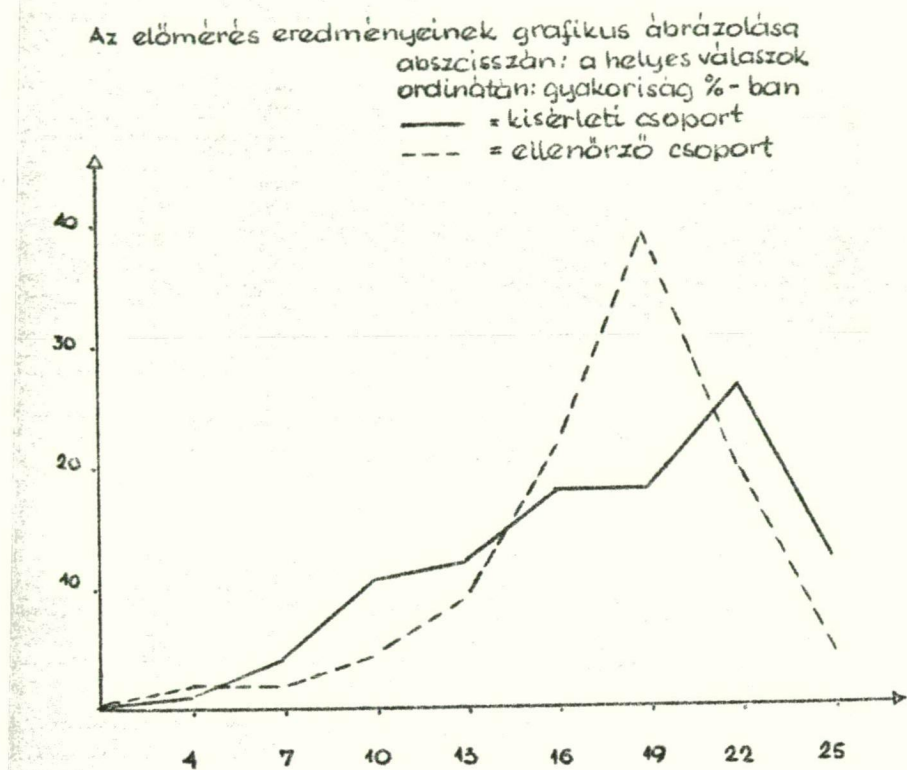
Mint előzőleg már jeleztük, a kísérletet a rendszer oktatási folyamat keretében végeztük, a szabadkai Tanítóképző és az újvidéki Óvónőképző harmadik, valamint a törökkanizsai gimnázium második osztályaiban.

A társadalomtudományok területén végzett kísérletek klasszikus képletének megfelelően a vizsgálatban két csoport: kísérleti és ellenőrző csoport vett részt. Mielőtt azonban a csoportok elkülönítésére sor került volna, azonos tantárgyteszttel tájékozódunk a tanulók meglévő ismereteinek szintjéről. A tantárgyteszt az előző néhány óra tananyagára vonatkozott.¹⁾ Az egyes osztályok megközelítően azonos (70 % körüli) eredményt értek el.

Az előmérés eredményét az 1. számú grafikon szemlélteti.

A két csoport eredménye közötti különbség nem szignifikáns. (Az eredmények statisztikai feldolgozása a mellékletek 1, 2. és 3. számú táblázatán található.)

1. számú grafikon:



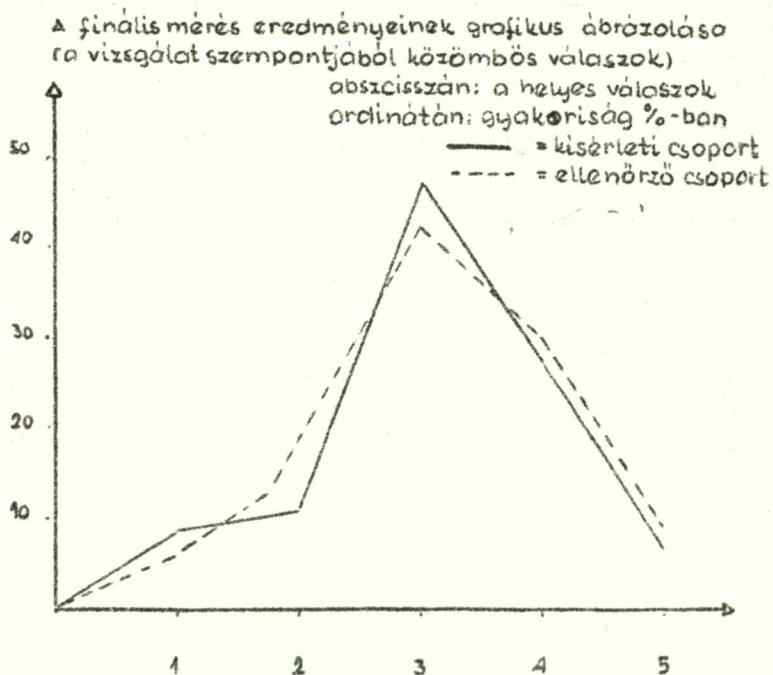
A kísérleti csoportot 73 tanuló képezte, a tanító- és az óvónőképző, valamint a gimnázium egy-egy osztálya. Az ellenőrző csoport a tanítóképző egy-egy osztályának összesen 43 tanulójaiból állott. Azon tanulók eredményeit, akik az elő- vagy utómérésen illetve a vizsgált témák feldolgozásakor nem voltak jelen, a feldolgozásnál nem vettük tekintetbe. A fent megadott számok tehát azokra a tanulókra vonatkoznak, akik mindhárom alkalommal részt vettek a vizsgálatban.

A tantervi - és a kísérlethez választott - tananyagrészt mind a kísérleti, mind az ellenőrző csoporttal ugyanaz a pedagógus dolgozta fel. A különbséget a két csoporttal végzett munka között a modellek alkalmazása jelentette.

A tananyag feldolgozását követő hatodik napon újabb tantárgyteszttel mértük fel a tanulók tudásszintjét. A tizenegy kérdésből álló feladatsornak hat kérdése vonatkozott a vizsgált tananyagra, a többi az ezt megelőzően feldolgozott tananyag rész tárgyköréből való volt. Ezeket, a vizsgálat szempontjából közömbös kérdéseket azzal a céllal iktattuk be, hogy még egy összehasonlítási alapunk legyen a kísérleti és az ellenőrző csoport homogenitásának minél meggyőzőbb ellenőrzésére.

A kapott adatok statisztikai feldolgozásával a következő eredményekhez jutottunk:

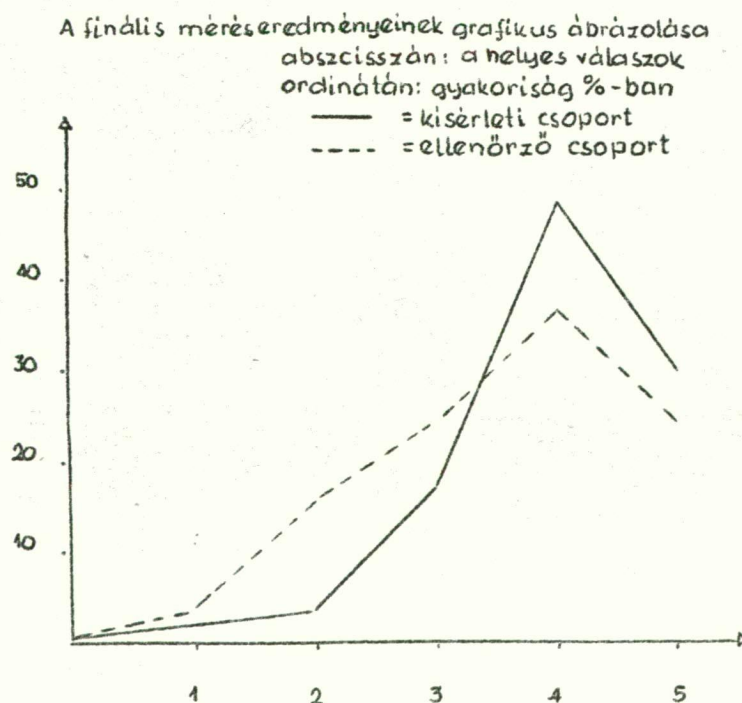
A vizsgálat szempontjából közömbös kérdésekre adott válaszok középértéke a két csoport között alig mutat eltérést. Az elvégzett szignifikanciaszámítás azt bizonyítja, hogy ez az eltérés nem szignifikáns. Az elért eredményeket a 2. számú grafikon szemlélteti:



A vizsgált tananyagrésze vonatkozó kérdésekre adott válaszok összeszámolása után kitűnt, hogy a 7. számú (a felső ingerküszöbvel kapcsolatos) kérdésre mindkét csoport minden tanulója helyesen válaszolt, így - mivel nem diszkriminatív - a feldolgozás folyamán egyáltalán nem foglalkoztunk vele. A fennmaradó öt kérdésre adott helyes válaszok aránya a következő:

Kérdések	Kísérleti cs.		Ellenőrző cs.	
1. alsó ingerküszöb	51	69,86 %	30	63,83 %
2. adaptálódás	52	71,23 %	36	76,60 %
3. bioáram	59	80,82 %	29	61,70 %
4. különbségküszöb	70	95,89 %	41	87,23 %
5. adekvát inger	64	87,67 %	35	74,47 %
Összesen	296	81,09 %	171	72,76 %

Az öt kérdésre adott válaszok összesített eredményét a 3. számú grafikon szemlélteti:



4. Feldolgozás, következtetések

A feldolgozáshoz az elvégzett mérések számszerű adataiból kellett kiindulnunk. Ezek a következők:

a) Előmérés

Az előmérés alkalmával a két csoport tanulói 12 kérdésből álló tantárgytesztet oldottak meg. A feladatokat súlypontosztuk; az elérhető maximális pontszám 26 volt. Az eredmények megoszlása a következő:

Elért pontszám	Osztály-közép	Kísérleti csop. Gyakoriság	%	Ellenőrző csop. Gyakoriság	%
3 - 5	4	1	1,37	1	2,13
6 - 8	7	3	4,11	1	2,13
9 - 11	10	8	10,95	2	4,25
12 - 14	13	9	12,33	4	8,51
15 - 17	16	13	17,81	10	21,28
18 - 20	19	13	17,81	18	38,29
21 - 23	22	17	23,28	9	19,15
24 - 26	25	9	12,33	2	4,25
Összesen		73	99,99	47	99,99

Az elvégzett középérték-számítások eredménye: a kísérleti csoport 17,48 pontos átlagától az ellenőrző csoport középértéke (17,72 pont) alig tér el. Hasonlóan csekély a különbség a standard eltérés tekintetében is (1,84 : 1,47). Az elvégzett szignifikanciaszámítás alkalmával kapott 0,792 t-értékből viszonylag nagy biztonsággal következtethetünk arra, hogy a két csoport közötti különbség statisztikailag nem jelentős.

b) Finális mérés

A finális mérést - mint arról már szóltunk, 11 kérdésből álló tantárgyteszttel végeztük. A kérdések közül 5 a vizsgálat szempontjából közömbös volt, jó szolgálatot tett viszont a két csoport homogenitásának újabb összehasonlítására.

A vizsgálat szempontjából közömbös kérdésekre adott válaszok megoszlása a következő volt:

Helyes válaszok száma	Kísérleti csop. Gyakoriság	%	Ellenőrző csop. Gyakoriság	%
1	6	8,22	3	6,38
2	8	10,95	6	12,77
3	34	46,57	20	42,55
4	20	27,39	14	29,78
5	5	6,86	4	8,51
Összesen	73	99,99	47	99,99

A 3,14 illetve 3,21 középérték, a csoportok standard eltérése közötti jelentéktelen különbség a csoportok homogenitását megnyugtatóan bizonyítja, amit a szignifikanciaszámítás is megerősített. (A statisztikai feldolgozás a melléklete 4, 5. és 6. számút táblázatán található)

A vizsgálat szempontjából jelentős kérdésekre adott válaszok (miután az egyetlen nem diszkriminatív kérdést a feldolgozásban elhagytuk) a következőképpen oszlottak meg:

Helyes válaszok száma	Kísérleti csop. Gyakoriság %		Ellenőrző csop. Gyakoriság %	
1	1	1,37	1	2,13
2	2	2,74	7	14,89
3	13	17,81	11	23,40
4	35	47,94	17	36,17
5	22	30,13	11	23,40
Összesen	73	99,99	47	99,99

Az eredmények statisztikai feldolgozásával a következő adatokhoz jutottunk: a kísérleti csoport eredményének középértéke 4,027, az állandó eltérés 0,844, az ellenőrző csoport középértéke viszont 3,638, az állandó eltérés pedig 1,120.

A fenti adatokból sejteni lehetett, hogy a két csoport tudásintje közötti különbség nem lehet véletlenszerű, amit az elvégzett szignifikancia-számítás egyértelműen bizonyított is: a két csoport közötti különbség 95 százalékos valószínűségi szinten szignifikáns. (A statisztikai feldolgozás a melléklet 7, 8. és 9. számú táblázatán található.)

Tekintettel arra, hogy a vizsgált téma feldolgozásában egyetlen variáns a modell volt (egyéb körülmények tekintetében a kísérleti és az ellenőrző csoportot igyekeztünk kiegyenlíteni - az oktató-nevelő kísérlet adta lehetőségek határain belül), a megállapított különbség ennek a variánsnak tulajdonítható. A vizsgált populáció esetében tehát bizonyíthatóan a modellek alkalmazása növelte

a tananyag elsajátításának megállapított hatásfokát.

Talán túlzott óvatosságnak tűnik, hogy a következtetést a vizsgált populációra szűkítjük le, kísérletet sem téve szélesebb általánosításra. Mivel nem állt módunkban a minta normális eloszlásáról gondoskodni, ez a tény mindenképpen indokolttá teszi tartózkodásunkat. A normális eloszlás biztosítása ugyanis gyakori feltétel a különböző statisztikai próbáknál. Igaz, hogy ezt a feltételt a t-próba esetében (melyet a feldolgozás során alkalmaztunk) nem kell túl szigorúan megkövetelni: a t-próba nem nagyon érzékeny a normalitási feltétel megszegésével szemben.²⁾

Tekintetbe véve azonban mindazokat a sajátosságokat, melyek közepette a kísérletet (és a vizsgálatot) végeztük: hogy mindazok a tanító- és óvónőképzősök vettek benne részt, akik az illető évben Jugoszláviában magyar nyelven általános pszichológiát tanultak, valamint a Jugoszláviában magyar nyelven tanuló II. osztályos gimnazisták közel 20 százaléka, hogy a modellek kísérleti alkalmazásában, az ismeretanyag feldolgozásában, a vizsgálat elvégzésében és feldolgozásában mindössze két pedagógus (dr. Bodrogvári Ferenc és dr. Göncz Lajos működött közre), végül pedig mivel a kísérletet tantervi változások miatt a következő évben már nem lehetett megismételni - mindez empirikus értékűvé teszi a vizsgálatot, de ellene szól az elhamarkodott (és éppen ezért esetleg megalapozatlannak tűnő) általánosításnak. Nem vitatható ezzel szemben az alábbi következtetés:

A kísérlet során nagy valószínűséggel megállapíthattuk, hogy a modellek alkalmazása jelentős mértékben növelte az oktatás hatékonyságát azokban az osztályokban, amelyekben az Érzékletek és érzékszervek módszeres egység feldolgozásánál modelleket vettünk igénybe. A vizsgálat eredményei felbátorítanak arra, hogy tovább foglalkozzunk a pszichikus jelenségek modellezésének lehetőségeivel, valamint hogy folytassuk a modellek pedagógiai alkalmazásának kutatását, az oktatás hatékonyságának fokozása reményében.

A fenti következtetés azonban több szubjektív természetű megfigyeléssel egészíthető ki. Jóllehet ezek távolról sem tekinthetők egzaktak, a pszichológiai modellek pedagógiai alkalmazásának néhány, itt nem tárgyalt vonatkozására vetnek fényt.

Érdekes volt látni például azt a spontaneitást, mellyel a tanulók - elsősorban a gimnáziumi tanulóknál volt ez megfigyelhető³⁾ - felfedezték az összefüggéseket a pszichikus jelenségek és természettudományi háttérük: a fizika (elektromosság) és a biológia törvényszerűségei között. Ezeknek az összefüggéseknek spontán (nem túlzás talán azt mondani: heurisztikus) felismerése a kísérleti csoportnál volt kifejezett. Az ellenőrző csoporttal való munkában a tanári magyarázat hívta fel ugyanezekre az összefüggésekre a figyelmet, de ennek az effektusa általában alacsonyabb volt. Nagyon jellemzőnek találjuk például, hogy a bioelektromosságnak az idegműködésben betöltött

szerepével kapcsolatos kérdésen a kísérleti csoport eredménye közel 20 százalékkal magasabb az ellenőrző csoportnál.

Nem kevésbé érdekes jelenségre figyeltünk fel a tanítóképzősöknél sem: őket a modellek alkalmazásának pedagógiai lehetőségei ragadták meg, ami már-már profeszszionális érdeklődés benyomását keltette.

Sajátos magatartásváltozást eredményezett a modellek alkalmazása az esti tagozatos gépkocsivezetőknél. A csoportok (4 tagozaton tanítottam) összetétele rendkívül heterogén volt: többségük 8-10 vagy még ennél is több évvel ezelőtt fejezte be az általános iskolát. Az új középiskolai tanterv szerint a hivatásos gépkocsivezetők általános, szociál- és munkalélektant is tanulnak. Az általános pszichológia tananyagának feldolgozására alig több mint 20 óra áll rendelkezésre. Az első egy-két órát (a pszichológia tárgya, feladata, ágai, stb.) általános érdektelenség jellemezte. És akkor - a lelki élet szervi alapjai témakörnél alkalom nyílt modell alkalmazására (az idegsejt működésmodellje).

Az addig érdektelen hallgatóságot mintha kicserélték volna: egyszerre minden érdekelte őket, mindenre választ szerettek volna kapni. A tantervi anyag még két modell bemutatására adott lehetőséget - ezeknek hasonló sikerük volt - de a legjelentősebbnek mégis azt találtuk, hogy sikerült felkelteni az érdeklődést a pszichológia iránt és ezt az érdeklődést fenn tudtuk tartani egész addig, amikor a későbbiek során - a szociális pszichológia, de

főleg a munkalélektani anyagrészek feldolgozásánál - a mindennapi gyakorlatból vett példák, az emberi viselkedés megfigyeléséből szerzett személyes tapasztalatok alapján már viszonylag könnyű volt az oktatást szemléletessé, ezáltal konkrétabbá, számukra hozzáférhetővé tenni. Lehet, hogy ezáltal a pszichológia veszített a szemükben valamit "tudományosságából" (a tudományosság alatt itt felfoghatatlanságot értve), de tartalmilag mindenképpen kiszélsesedett.

Jóleső érzés volt hallani, amint más tárgyak: a közlekedésbiztonság vagy a közlekedésszervezés vizsgáin, valószínűleg nem tudatosan, de helyénvalóan, elhangzott egy-egy olyan érvelés, feltevés vagy következtetés, mely azt bizonyította, hogy a pszichológia keretében elsajátított ismeretek gyakorlati tartalmat kaptak, integrálódtak más tárgyak anyagával. És - legyen ez szubjektív feltevés - kérdés, hogy eljutottak volna-e idáig (gondoljuk meg: 36 óra állt rendelkezésre!) ha a modellek nem villantják fel előttük néhány elemi törvényszerűség lényegét, ha ez nem kelti fel érdeklődésüket az emberi viselkedésre vonatkozó ismeretek iránt.

Az elmondottak ismeretében még nagyobb meggyőződéssel állíthatjuk tehát, hogy a modellek alkalmazása nemcsak egy-egy meghatározott téma pedagógiai feldolgozásának határfokát növeli, hanem a pszichológia természettudományi alapon való értelmezését is megkönnyíti, alkalmas a pszichikus viselkedésre vonatkozó ismeretek iránti ér-

deklődés felkeltésére. Felhasználhatóságuk lehetősége az új szakirányú oktatási tantervek hatályba lépésével sem csökkent, sőt - talán nem túlzás ezt állítani - inkább szélesedett, mivel hatásuk más tantárgyak ismeretanyagára is átsugárzik. Mindezek alátámasztják korábbi megállapításunkat, hogy a további vizsgálódásainkat ilyen irányba is érdemes volna kiterjeszteni.

Jegyzetek:

- 1) - A tantárgytesztet előzőleg nem jelentettük be, egy-egy iskolában azonos időben végeztük, tehát minden osztályt egyformán váratlanul ért, viszont - mivel osztályoztuk is - ez a tanulókat erősen motiválta a minél jobb teljesítmény elérésére.
- 2) - V.ö.: Hajtmann Béla: Bevezetés a matematikai statisztikába - Budapest, 1968. - 158. oldal
- 3) - A vizsgálatot természettudományi-tagozatos gimnáziumban végeztük

VI. ÖSSZEFOGLALÁS

A társadalmi, műszaki és tudományos fejlődés felgyorsulása megnövelte az oktatás-nevelés lehetőségei és a társadalmi igények közötti ellentmondásosságot. Mivel a gyermek pszichofizikai lehetőségei tovább nem fokozhatók, ugyanígy nincs mód a tanulmányi idő további növelésére sem (ami már így is az emberi élet közel egy harmadát veszi igénybe), az említett ellentmondás felszámolásának lehetőségét az oktatás racionalizálásában kell keresni, lehet megtalálni.

Tekintve, hogy a nevelés komplex folyamat, a racionalizálásnak is ki kell terjednie a nevelés minden komponensére: a tantervekre és tankönyvekre, a taneszközökre és módszerekre, az oktatás szervezeti formáira, az értékelésre, sőt még a pedagógusképzésre is. Az egyes részfeladatok megoldása - ilyen irányú kísérlet ez a dolgozat is - csak akkor ígér eredményt, ha nem reked meg a részleteknél, hanem az egész irányában halad.

A racionalizálás hatásának tulajdonítható, hogy megváltoztak a taneszközökkel szemben támasztott igények: az eddigi egyirányú, prezentatív, statikus taneszközöket fokozatosan felváltják a dinamikusabb újak, elsősorban azok, melyek a visszajelentést is biztosítani tudják, és ebben a tekintetben a modellek alkalmazása kiváló (ma még nagyjából kihasználatlan) lehetőséget ígér.

A modellek pedagógiai alkalmazásának igényei az általános oktatástechnológiai igényekből vezetendők le:

- járuljanak hozzá a tanulók maximális aktivizálásához;
- segítsék a vizsgált törvényszerűségek, folyamatok és jelenségek megértését;
- a közvetítő csatorna kapacitásának minél teljesebb kihasználása által csökkentsék az ismeretek elsajátításának időtartamát.

A modell lényeges eleme, hogy mint gyakorlati, műszaki vagy tudományos operáció, lehetővé teszi két rendszer közötti hasonlóság analógia útján történő általánosítását.

A modellkészítés általában, de kiváltképpen a pszichikus jelenségek modellezése, a jelenségek alapos ismeretén túl még fejlett alkotó fantáziát is igényel, didaktikai-módszertani és műszaki követelmények tiszteletben tartását követeli meg. A modell - bármilyen formájú is - a valóság és az absztrakció közötti út valamely pontján áll: egyesíteni kell benne a szemléletességet a tudományos absztrakcióval.

Az absztrakció foka egyúttal a modellek osztályozásának is egyik szempontja: a tárgyi (statikus és dinamikus), séma- és képzeleti (szimbolikus, matematikai és kibernetikai) modellek az absztrakció más-más fokán állnak. Tartalom szerint a modellezett jelenség szerkezetét, műkö-

dését vagy viselkedését tükrözi, működésük jellege szerint pedig analóg és digitális modellek lehetnek.

Az elkészített modellek bemutatásával a dolgozat elméleti részét kívántuk gyakorlati példákkal alátámasztani, éppúgy, mint ahogy a kísérleti alkalmazás is szerény hozzájárulás a pszichológiai modellek oktatási gyakorlatban történő alkalmazásának érzékeltetéséhez.

Mivel a vizsgálat végzése idején Jugoszláviában három középiskola (a gimnázium, a tanítóképző és az óvónőképző) tantervében szerepelt a pszichológia mint tantárgy, a vizsgálatot erre a három iskolatípusra korlátoztuk, a vizsgálat során feldolgozandó tananyagul pedig olyan pszichikus folyamatokat és jelenségeket választottunk, melyek mindhárom iskola tantervében azonos terjedelműek.

A kísérleti csoport 73 tanulóból állt: a tanító- és óvónőképző, valamint a gimnázium egy-egy osztálya képezte. Az ellenőrző csoport a tanítóképző és a gimnázium egy-egy osztályának 47 tanulójaiból állt. A csoportok főbb tulajdonságaikban (életkor és az ebből adódó sajátosságok, az előismeretek szintje, stb.) mint azt az előméréssel megállapítottuk, nagy valószínűséggel azonosak voltak.

A kísérlet során nagy valószínűséggel bebizonyítottuk, hogy a modellek alkalmazásával sikerült jelentősen megnövelni az oktatás hatékonyságát a vizsgált osztályokban, a konkrét módszeres egység feldolgozása alkalmával. Szubjektív megítélésünk szerint a modellek alkal-

mazása nemcsak egy-egy meghatározott téma feldolgozásának hatásfokát növeli, hanem a pszichológia természettudományi alapon való értelmezésére is hatással van.

Úgyszólván törvényszerű, hogy egy-egy miért megválaszolása újabb miérttek sorozatát vetíti elénk. Nem kivétel alóla ez a dolgozat sem, mely - éppen ezért - nem is törekedhetett a teljességre: annak ellenére, hogy megkíséreltük többé-kevésbé kielégítő választ adni a témával kapcsolatos néhány kérdésre, számtalan probléma fellett kénytelenek voltunk elsiklani, vagy éppen csak érinteni tudtuk őket.

Ez egyúttal jelzi is azokat a területeket, melyek további kutatási lehetőséget ígérnek. Ilyen például a modellek kifejezési lehetőségeinek megismerése, ami a pszichikus jelenségek modellezésének lehetőségeit a jelenleginek többszörösére bővítheti, vagy a kifejezési lehetőségek egybehangolása a tantárgyi (tudományági) célkitűzésekkel, ami hozzásegíthet bennünket, hogy ott és akkor alkalmazzuk őket, ahol és amikor alkalmazásuk a legelőnyösebb. A modellek pedagógiai értékének megállapítása reprezentatív mintával végzett kísérlet elvégzését feltételezi, ami újabb kutatási feladat lehet, éppúgy, mint a pszichikus jelenségek algoritmusának kidolgozása, ami nélkül elképzelhetetlen ezen jelenségek modellezése.

VII. MELLÉKLETEK

1. Statisztikai feldolgozás

A statisztikai feldolgozásban használt
jelölések:

x	=	az egyes teljesítmények számértéke
f	=	gyakoriság
d	=	az átlagtól való eltérés
s	=	szórás (standard eltérés)
M	=	számtani középérték
n	=	a minta elemeinek száma
S	=	az adatsor összege
k	=	a kísérleti csoportra vonatkozó
e	=	az ellenőrző (kontroll) csoportra vonatkozó
D	=	a két középérték különbsége
spM	=	a két középérték standard hibája
$spDM$	=	a két középérték különbségének standard hibája
t	=	a mintaátlag számított t -értéke

1. táblázat

Az előmérés eredményeinek statisztikai feldolgozása

a) Kísérleti csoport

osztályköz	x	f	fx	d	d ²	fd ²	gyakorisági %
3 - 5	4	1	4	-5	25	25	1,37
6 - 8	7	3	21	-4	16	48	4,11
9 - 11	10	8	80	-3	9	72	10,95
12 - 14	13	9	117	-2	4	36	12,33
15 - 17	16	13	208	-1	1	13	17,81
18 - 20	19	13	247	0			17,81
21 - 23	22	17	374	1	1	17	23,28
24 - 26	25	9	225	2	4	36	12,33
S		73	1.276			247	

$$M = \frac{\sum fx}{n}$$

$$M = 1.276:73$$

$$M = 17,48$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum fd^2}{n}}$$

$$s = \sqrt{247:73} = \sqrt{3,38}$$

$$s = 1,84$$

2. táblázat

Az előmérés eredményeinek statisztikai feldolgozása

b) Ellenőrző csoport

osztályköz	x	f	fx	d	fd ²	fd ²	gyakorisági %
3 - 5	4	1	4	-5	25	25	2,13
6 - 8	7	1	7	-4	16	16	2,13
9 - 11	10	2	20	-3	9	18	4,25
12 - 14	13	4	52	-2	4	16	8,51
15 - 17	16	10	160	-1	1	10	21,28
18 - 20	19	18	342	0			38,29
21 - 23	22	9	198	1	1	9	19,15
24 - 26	25	2	50	2	4	8	4,25
S		47	833			102	

$$M = \frac{\sum fx}{n}$$

$$M = 833:47$$

$$M = 17,72$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum fd^2}{n}}$$

$$s = \sqrt{102:47} = \sqrt{2,17}$$

$$s = 1,47$$

3. táblázat

Az előmérés eredményeinek statisztikai feldolgozása

c) Szignifikancia-számítás

$$M_k = 17,48$$

$$M_e = 17,72$$

$$s_k = 1,84$$

$$s_e = 1,47$$

$$n_k = 73$$

$$n_e = 47$$

$$spM = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$spM_k = 1,84:8,544$$

$$spM_e = 1,47:6,856$$

$$spM_k = 0,215$$

$$spM_e = 0,214$$

$$D = M_k - M_e$$

$$D = 17,72 - 17,48$$

$$D = 0,24$$

$$spDM = \sqrt{spM_k^2 + spM_e^2}$$

$$spDM = \sqrt{0,0462 + 0,0458}$$

$$spDM = 0,303$$

$$t = \frac{D}{spDM}$$

$$t = 0,24:0,303$$

$$t = 0,792$$

A különbség nem szignifikáns

4. táblázat

A finális mérés eredményeinek feldolgozása
(a vizsgálat szempontjából közömbös válaszok)

a) Kisérleti csoport

osztályköz	x	f	fx	d	d ²	fd ²	gyakorisági %
1	1	6	6	-2	4	24	8,22
2	2	8	16	-1	1	8	10,95
3	3	34	102	0			46,57
4	4	20	80	1	1	20	27,39
5	5	5	25	2	4	20	6,81
S		73	229			72	

$$M = \frac{Sfx}{n}$$

$$M = 229:73$$

$$M = 3,14$$

$$s = \sqrt{\frac{Sfd^2}{n}}$$

$$s = \sqrt{72:73} = \sqrt{0,986}$$

$$s = 0,993$$

5. táblázat

A finális mérés eredményeinek feldolgozása
(a vizsgálat szempontjából közömbös válaszok)

b) Ellenőrző csoport

osztály	x	f	fx	d	d ²	fd ²	gyakorisági %
1	1	3	3	-2	4	12	6,38
2	2	6	12	-1	1	6	12,77
3	3	20	60	0			42,55
4	4	14	56	1	1	14	29,78
5	5	4	20	2	4	16	8,51
S		47	151			48	

$$M = \frac{Sfx}{n}$$
$$M = 151:47$$
$$M = 3,21$$

$$s = \sqrt{\frac{Sfd^2}{n}}$$
$$s = \sqrt{48:47} = \sqrt{1,021}$$
$$s = 1,010$$

6. táblázat

A finális mérés eredményeinek statisztikai feldolgozása
(a vizsgálat szempontjából közömbös eredmények)

c) Szignifikancia-számítás

$$M_k = 3,14$$

$$s_k = 0,993$$

$$n_k = 73$$

$$M_e = 3,21$$

$$s_e = 1,010$$

$$n_e = 47$$

$$spM = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$spM_k = 0,993:8,544$$

$$spM_k = 0,116$$

$$spM_e = 1,010:6,856$$

$$spM_e = 0,147$$

$$D = M_k - M_e$$

$$D = 3,21 - 3,14$$

$$D = 0,07$$

$$spDM = \sqrt{spM_k^2 + spM_e^2}$$

$$spDM = \sqrt{0,0134 + 0,0216}$$

$$spDM = 0,187$$

$$t = \frac{D}{spDM}$$

$$t = 0,07:0,187$$

$$t = 0,374$$

A különbség nem szignifikáns

7. táblázat

A finális mérés eredményeinek statisztikai feldolgozása

a) Kísérleti csoport

osztály	x	f	fx	d	d ²	fd ²	gyakorisági %
1	1	1	1	-3	9	9	1,37
2	2	2	4	-2	4	8	2,74
3	3	13	39	-1	1	13	17,81
4	4	35	140	0			47,94
5	5	22	110	1	1	22	30,13
S		73	294			52	

$$M = \frac{Sfx}{n}$$

$$M = 294:73$$

$$M = 4,027$$

$$s = \sqrt{\frac{Sfd^2}{n}}$$

$$s = \sqrt{52:73} = \sqrt{0,712}$$

$$s = 0,844$$

8. táblázat

A finális mérés eredményeinek statisztikai feldolgozása

b) Ellenőrző csoport

osztály	x	f	fx	d	d ²	fd ²	gyakorisági %
1	1	1	1	-3	9	9	2,13
2	2	7	14	-2	4	28	14,89
3	3	11	33	0	1	11	23,40
4	4	17	68	0			36,17
5	5	11	55	1	1	11	23,40
S		47	171			59	

$$M = \frac{\sum fx}{n}$$

$$M = 171:47$$

$$M = 3,638$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum fd^2}{n}}$$

$$s = \sqrt{59:47} = \sqrt{1,255}$$

$$s = 1,120$$

9. táblázat

A finális mérés eredményeinek statisztikai feldolgozása

c) Szignifikancia-számítás

$$M_k = 4,027$$

$$s_k = 0,844$$

$$n_k = 73$$

$$M_e = 3,638$$

$$s_e = 1,120$$

$$n_e = 47$$

$$spM = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$spM_k = 0,844:8,544$$

$$spM_k = 0,098$$

$$spM_e = 1,120:6,856$$

$$spM_e = 0,163$$

$$D = M_k - M_e$$

$$D = 4,027 - 3,638$$

$$D = 0,389$$

$$spDM = \sqrt{spM_k^2 + spM_e^2}$$

$$spDM = \sqrt{0,0096 + 0,0267}$$

$$spDM = 0,191$$

$$t = \frac{D}{spDM}$$

$$t = 0,389:0,191$$

$$t = 2,036$$

A különbség szignifikáns

2. Irodalomjegyzék

- Ackroyd, C.: Notes to the Chart Aids to communication, Visual Education, 1968/2.
- Aklibin'szkij, B.V.: Kibernetika i tajnū pszihiki, Lenin-grád, 1966.
- Amosov, Golovani, Zaszlavszkij, Sztarinjec: O vozmozsno podhode k modelirovaniju pszihicseszkoi szferü cselovjeka, V.psz. 65/2.
- Amosov, N.M.: Modelirovanie szlozsnuh szisztem, Kiev, 1968.
- Aniszimova, L.E. - Stoff, V.A.: Informacionnaja funkcija teorii i modeli, V.fil. 1968/12.
- Ashby, W.R.: Bevezetés a kibernetikába, Budapest, 1972.
- Atutov, P.R.: Kibernetika alkalmazása a pedagógiában, 1962. OPK
- Beszpalko, V.P.: Információpszichológia és didaktika, Budapest, 1968.
- Bikov, K.M.: Udžbenik fiziologije, Zágráb, 1960.
- Biondić, S.: Programirana nastava i suvremena AV nastavna tehnika, Pogledi i iskustva, 1969/1.
- Bogojavlenszkij-Mencsinszkaja: Az iskolai ismeretelsajátítás pszichológiája, Budapest, 1965.
- Bojko, E.I.: Modelirovanie vüszsuh form vremennuh szvjazej, V.psz. 1967/4.
- Bojko, E.I.: Mozset li masina müszlit'? V.psz. 1965/1.
- Bojko, E.I.: Szoznanie i raboti, V.psz. 1966/4.
- Bratko, A.A.: Modelirovanie pszihiki, Moszkva, 1969.
- Dési, I.: A titokzatos agy, Budapest, 1968.
- Dietz, A.: Az oktatási kutatómunka és a kibernetika, 1963. OPK
- Djukić, S. Moderna nastava, moderna nastavna sredstva i nastavnik, Pedagoška stvarnost, 1967/4.
- Duró, L.: Az életkori sajátosságok figyelembevételének néhány neveléslélektani problémája, a Pszichológiai tanulmányok című kötetből, Budapest, 1968.

- Falus, I.: A visszacsatolás problémája a didaktikában, Budapest, 1969.
- Fridman, L.M.: Oputjah razvitija matematiszeszkoi psziologii, V.psz. 1970/4.
- Furlan, I.: Moderna nastava i intenzivno učenje, Zágráb, 1966.
- Furlan, I.: Učenje u svjetlosti teorije informacija, Zágráb, 1970.
- Gerbner, M.: Az agy integráló működésének kibernetikus szemlélete, Magyar Pszichológiai Szemle, 1967/2.
- Gil'juh, Ju.Z.: Voproszhi pszichologicseskogo modelirovanijadejatel'noszti v raboti amerikanszkih avtorov, V.psz. 1969/3.
- Gluskov, V.M.: Gnoszeologicseskaja priroda informacionogo modelirovanija, V.fil. 1963/10.
- Gluskov, V.M.: Mislenie i kibernetika, V.fil. 1963/1.
- Grastyán, Molnár, Szabó, Kolta: Magatartásfiziológia és kibernetika, Magyar Pszichológiai Szemle, 1968/1.
- Grjaznov, Dünin, Nikitin: Gnoszeologicseskije problemü modelirovanija, V.fil, 1967/2.
- Hajtmann, B.: Bevezetés a matematikai statisztikába, Budapest, 1968.
- Hammerton: Simulators for training, Electronics and power, 1967/1.
- Hinde, R.A.: Models and concept of drive, MPME
- Hinst, K.: Trendovi u obrazovnoj tehnologiji, MPME
- Hódos, T.: Kísérleti modell a monoton vezérlőtevékenység vizsgálatára, Magyar Pszichológiai Szemle, 1967/1.
- Hughes, M.G.: A szimulációs módszer az igazgatóképzésben, 1967. OPK
- Itel'szon, L.B.: Matematikai és kibernetikai módszerek a pedagógiában, Budapest, 1969.
- Itel'szon, L.B.: Matematiszeszkoe modelirovanie v psziologii i pedagogike, V.fil. 1965/3.

- Katona F.: Az agy felfedezése, Budapest, 1969.
- Kelemen, J. A tudat és a megismerés, Budapest, 1978.
- Kelemen, L.: A pedagógiai pszichológia alapkérdései, Budapest, 1967.
- Kvaščev, R.: Razvijanje stvaralačkih sposobnosti kod učenika, Belgrád, 1974.
- Kvaščev, R.: Modeliranje procesa učenja, Belgrád, 1977.
- Klaus, G.: Kibernetika és társadalom, Budapest, 1966.
- Kocsergin, A.N.: Modelirovanie mýslenija, Moszkva, 1969.
- Kocsondi, A.: Modell-módszer, Budapest, 1976.
- Korszerű oktatástechnológia - Az UNESCO tanácskozása Szabadkán, 1971.
- Kreč, D. Kračfild, R.: Elementi psihologije, Belgrád, 1969.
- Landa, L.N.: A matematikai logika és az információelmélet alkalmazása egyes oktatási problémákra, 1962. OPK
- Landa, L.N.: Az algoritmusok és a programozott oktatás
- Landa, L.N.: Kibernetika i pedagogija, Belgrád, 1975.
- Leont'ev, A.N.: Csuvsztvennij obraz i model' v szvete leninszkoj teoriji otrazsenija, V.psz. 1970/2.
- Lomov, B.F.: Ember és technika - A műszaki pszichológia alapjai, Budapest, 1969.
- Lumsdain, A. és mások: Az oktatógép és az oktatás programozása, Budapest, 1964.
- Makanec, B.: Kibernetika u nastavi, Obrazovanje i rad, 1967/5.
- Maszlov, P.P.: Modelirovanie v sociologicseszkijh izsledovanijah, V.fil. 1962/3.
- Matjuskin, A.M. Mihejev, V.I.: K modelirovaniju procesa mýslenija v szamoobrajuscsejszja sziszteme, V.psz. 1970/1.
- Memov, A.I.: Analogija i model', V.fil. 1962/3.
- Meyer, G.: Kibernetika i nastavni proces, Belgrád, 1968.
- Mladenović, U.: Modelovanje nastave kao stvaralačka aktivnost učenika i nastavnika, 11. országos pedagógiai és pszichológiai tanácskozás, Szabadka, 1978.

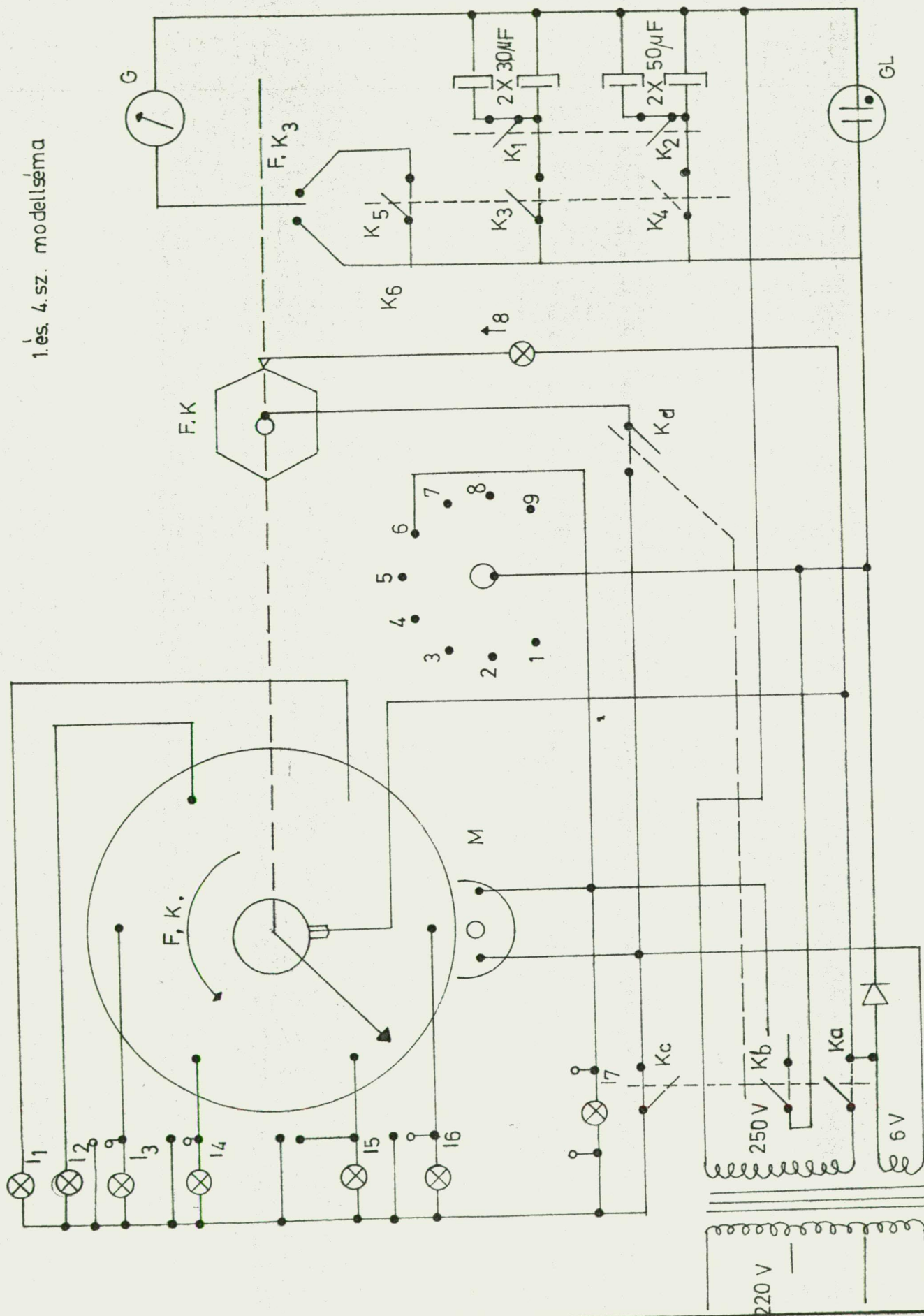
- Nagy, S.: Didaktika, Budapest, 1967.
- Ničković, R.: Racionalizacija nastave i učenja (Prilozi nastavi pedagogije) Obrazovanje i rad, 1969/1.
- Novik, I.B.: Gnoszeologicseszkaja karaktersiztika kiberneticseszkikh modelej, V.fil. 1963/8.
- Novik, I.B.: Filoszofszkie voprpszü modelirovanija pszhiki, Moszkva, 1969.
- Pedagógiai lexikon, I-III. Budapest, 1978.
- Petrović, I.: Izrada nastavnih sredstava za stručne predmete, Obrazovanje i rad, 1967/2.
- Poljak, V.: Nastavni sistemi, Pedagoško-književni zbor, Zágráb, 1977.
- Prokić, B.: Neki rezultati eksperimentalnog provreravanja pedagoške efikasnosti nastavnih sredstava u inostranstvu, Nastava i vaspitanje, 1967/3.
- Remann, S.: Racionalizálás az iskolában, 1968. OPK
- Rot, N.: Általános pszichológia, Újvidék, 1972.
- Rössner, M.: Nastavna tehnika, MPME
- Rux, D.: Kibernetikai modellek a biológiában, 1964. OPK.
- Schmidt, H.: Az ismeretszerzés új útjai, 1968. OPK
- Schramm, W.: Új oktatási eszközök az Egyesült Államokban, 1963. OPK
- Schramm, W.: Letimičan pogled na programiranu nastavu, 1964. MPME
- Skinner, B.F.: Az oktatógépek, 1961. OPK
- Stoff, V.A.: Gnoszeologicseszkie funkcii modeli, V.fil. 1961/12.
- Stoff, V.A.: Modell és filozófia, Budapest, 1973.
- Stoff, V.A.: Ob oszobenosztjah model'nogo eksperimenta, V.fil. 1963/9.
- Stoff, V.A.: O roli modelej v poznanii, Leningrád, 1963.
- Szlavin, A.V.: Obraznaja model' kak forma naucsno-izsledovatel'szkogo müslenija, V.fil. 1968/3.
- Szokolov, E.N.: Verojatnosztijnaja model' voszprijatija, V.psz. 1960/2.

- Takács, E.: Programozott oktatás? Budapest, 1978.
- Talüzina, N.F.: Az értelmi tevékenység szakaszos kialakításának elmélete, 1967. OPK
- Talüzina, N.F.: Mezsdunarodnűj szeminar' po problemam programirannogo obucsenija, Szovjetszkaja pedagógika, 1969/4.
- Venikov, V.A.: Nekotorűe metodologicseszkie voproszű modelirovanija, V.fil. 1964/11.
- Vučić, L.: Psihologija i programirana nastava, Psihologija, 1977/3-4.
- Zielinski, J.: Kompjuter kao nastavno sredstvo, Nastava i vaspitanje, 1968/1.
- Zinov'jev, A.A.: Revzin, I.J.: Logicseszkaja model' kak szpedsztvo naucsno go iszledovanija, V.fil. 1960/1.
- Zsinkin, M.I.: Nekotorűe voproszű primenenija teorii informacii k pszihologii, V.psz. 1958/1.
- Zsdanov, Ju.A.: Modelirovanie v organicseszkaj himii, V.fil. 1963/6.

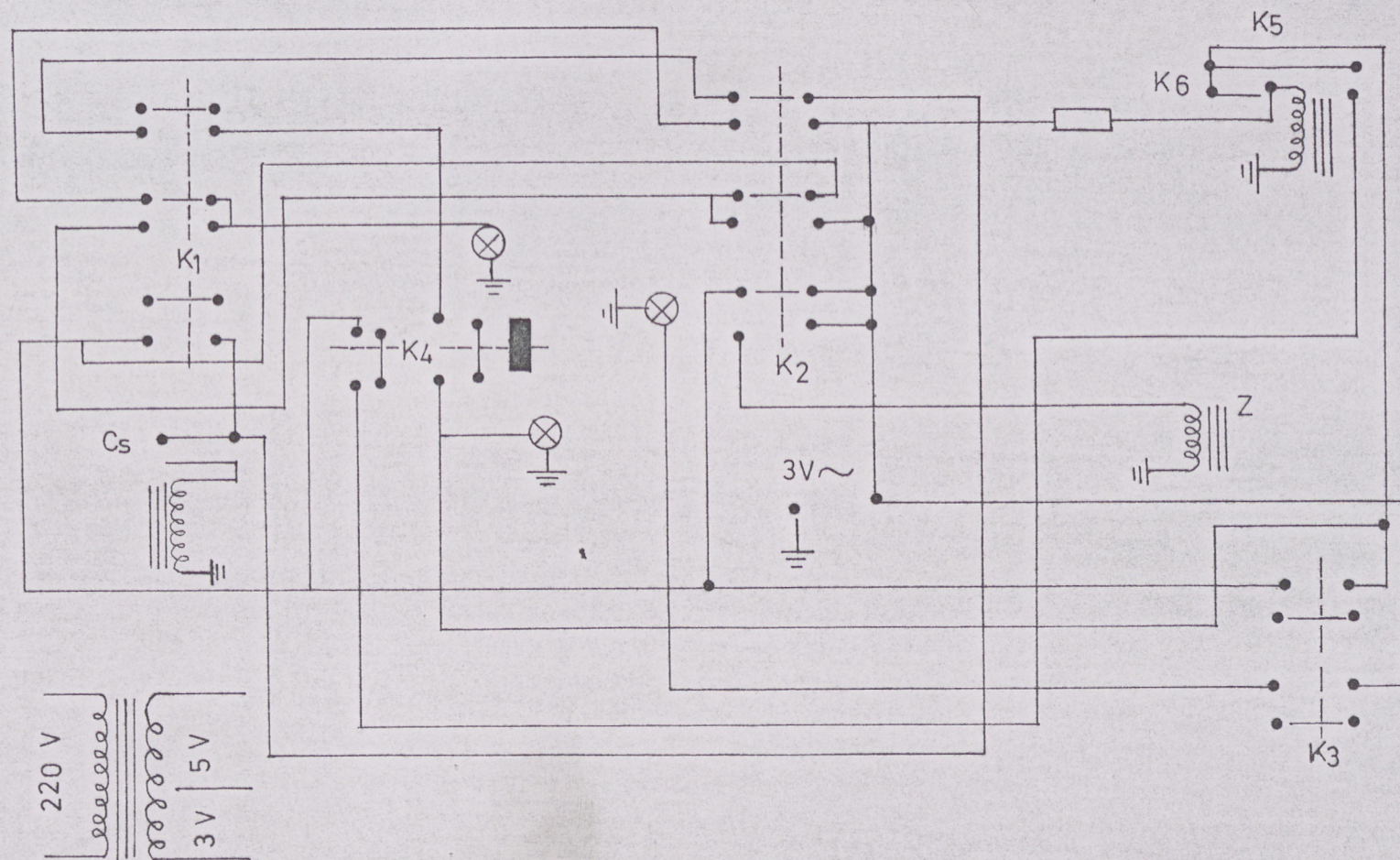
A leggyakrabban előforduló nevek rövidítése:

- MPME = Moša Pijade Munkásegyetem dokumentumgyűjteménye, Zágráb
- OPK = Országos Pedagógiai Könyvtár dokumentumgyűjteménye, Budapest
- V.fil. = Voproszű filozofii
- V.psz. = Voproszű pszihologii

3. Műszaki rajzok

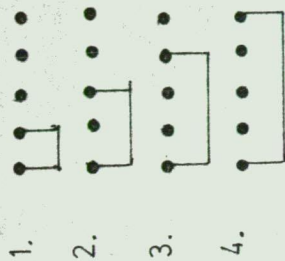
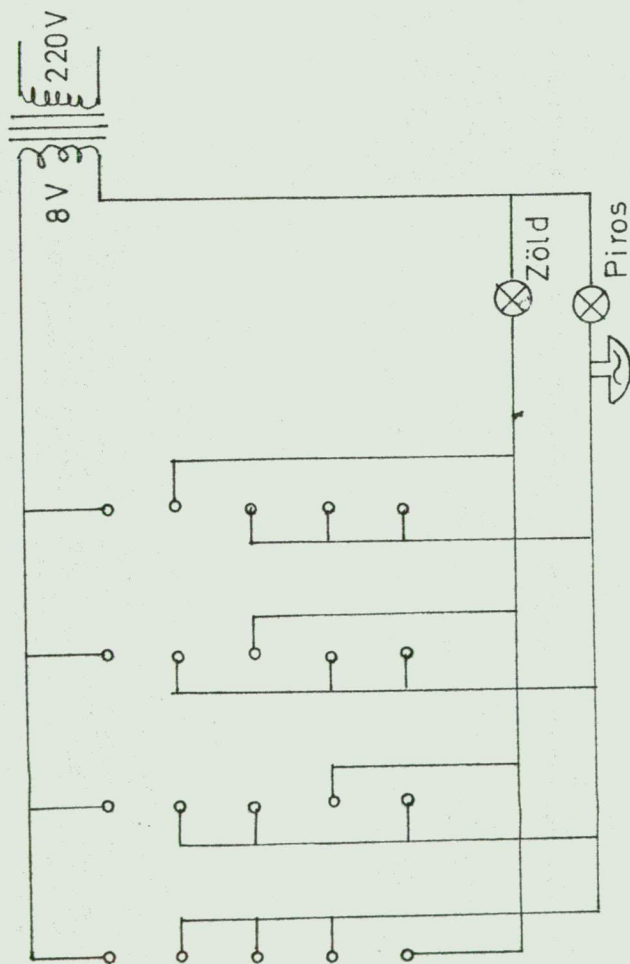


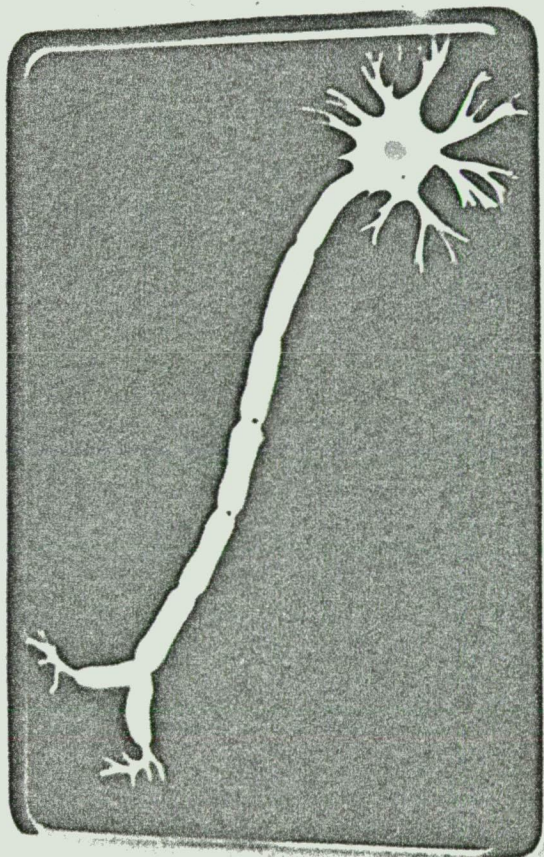
2. sz. modell shéma

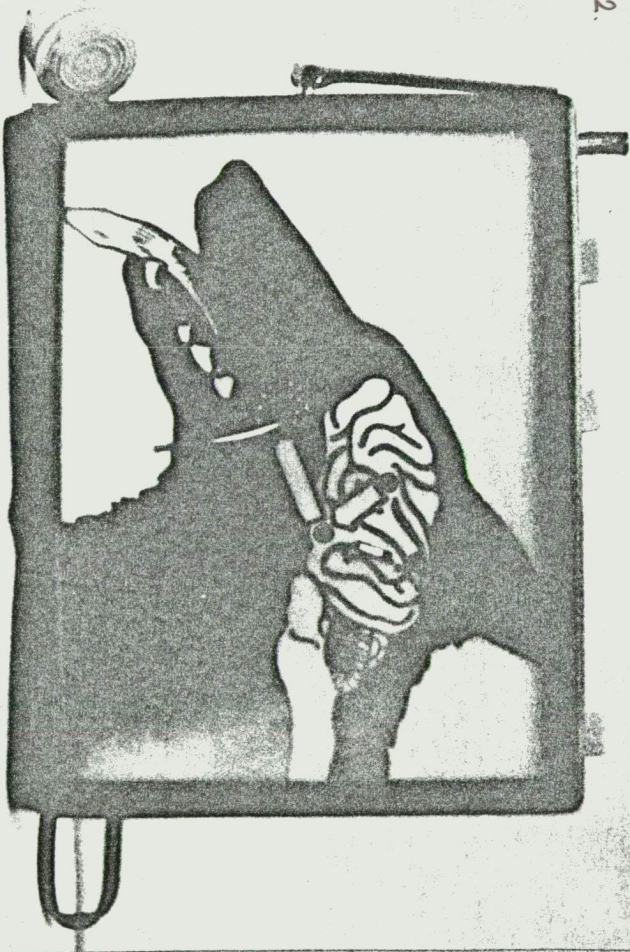


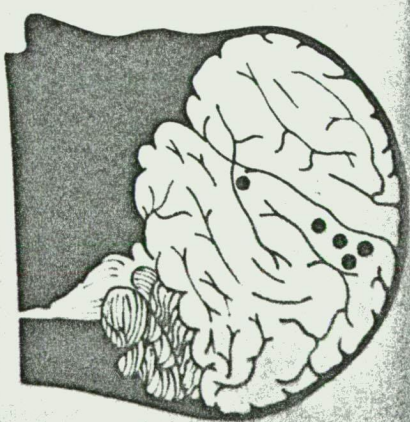
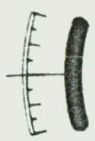
6. sz. modell-séma

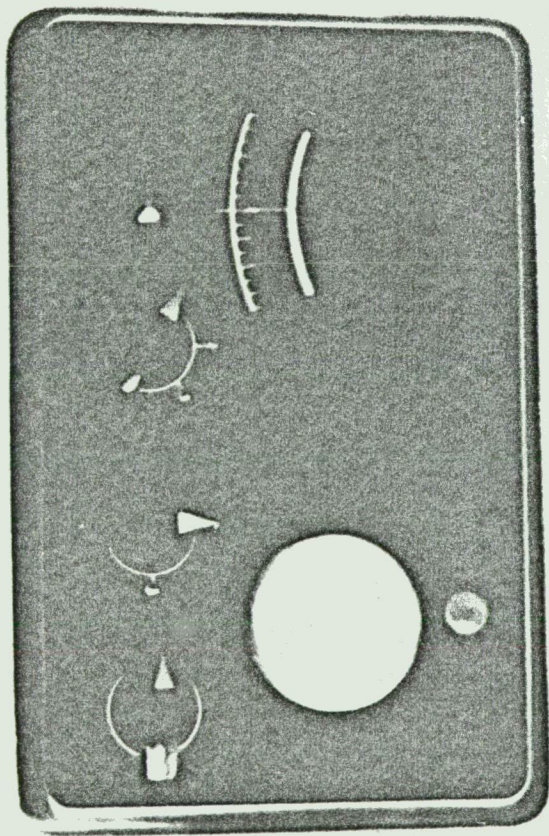
Dugaszkapcsolók











15-65/1979.
.....bksz.

Tárgy: Szöllősy Vágó László
doktori szigorlata:.....
Melléklet: 1 db disszertáció

Dr.Duró Lajos elvtársnak
tszv.egyetemi docens

H e l y b e n

Professzor Elvtárs!

Mellékelve . Szöllősy Vágó László: A pszichikus jelenségek modellezése
és az oktatás hatékonysága
.....

című doktori értekezését tisztelettel felkérem, hogy azt megbírálni
sziveskedjék. Legyen szabad Professzor Elvtárs szíves figyelmét fel-
hívnom tanácsülésünk ama határozatára, amely a bírálat elkészítésének
és benyújtásának legkésőbbi határidejét a kézhezvételtől számított
harmadik hónap utolsó napjában állapította meg.

A mellékelte értekezést a bírálat elkészítése után sziveskedjék átadni
tanszéke könyvtárasának leltárba vétel és a könyvtárban való olhelye-
zése céljából.

Szeged, 1979. nov. 1.



Cs. ...

.....
dékán

A kiadvány hiteles:

Dr. Mezeyné Róza
.....
főelőadó

Kapták: Dr.Duró Lajos tszv.docens
Dr.Veczko József docens
..... társbíró